

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLANTACIÓN DE UN PLAN DE  
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA  
CONSTRUCTORA CIVIL EN EL TERCER  
CUATRIMESTRE 2023

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR  
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL.

ROBERTO ADOLFO FLORES UGALDE

LIC. OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON

ESCAZÚ, 2023.

## ii. ACTA DE APROBACIÓN



**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, viernes, 21 de junio de 2024.

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Roberto Adolfo Flores Ugalde, con número de identificación 207200340, autor (a) del trabajo de graduación titulado Implantación de un plan de aseguramiento de calidad en una constructora civil en el tercer cuatrimestre 2023, presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de Bachillerato,  SÍ /  NO autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

  
Roberto Adolfo Flores Ugalde  
207200340

San José, 10 de junio de 2024

***Señores***

***Registro***

***Universidad Hispanoamericana***

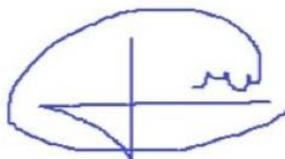
Estimados señores:

El(La) estudiante ROBERTO ADOLFO FLORES UGALDE, cédula de identidad 2-0720-0340, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: “IMPLANTACIÓN DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA CONSTRUCTORA CIVIL EN EL TERCER CUATRIMESTRE 2023”, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo al planteamiento de las propuestas y la estructura del documento. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



***Johan Castro Vásquez***

***Cédula 1-1228-0842***

## CARTA DEL TUTOR

Heredia, 01 de febrero de 2024.

Sres.

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Estimados señores:

El estudiante **ROBERTO ADOLFO FLORES UGALDE**, cédula de identidad número 207200340, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"IMPLANTACIÓN DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN UNA CONSTRUCTORA CIVIL EN EL TERCER CUATRIMESTRE 2023**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	<b>10</b>
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	<b>16</b>
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	<b>26</b>
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	<b>18</b>
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	<b>20</b>
	TOTAL		<b>90</b>

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

OSCAR ALBERTO  
CHAVARRIA  
CALDERON  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por OSCAR ALBERTO  
CHAVARRIA  
CALDERON (FIRMA)  
Fecha: 2024.04.01  
09:08:03 -06'00'

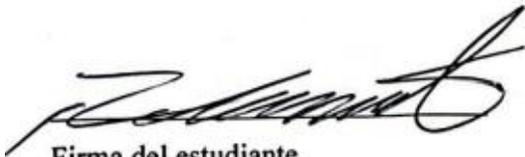
**ING. ÓSCAR ALBERTO CHAVARRÍA CALDERÓN**  
**CÉDULA 109650295, CARNET # II-31443**

### iii. DECLARACION JURADA

Yo Roberto Flores Ugalde, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 207200340 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

Implementación de un plan de aseguramiento de la calidad en Constructora Civil en el tercer cuatrimestre 2023.

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 01 días del mes de Abril del año dos mil veinticuatro.



Firma del estudiante

Cédula 207200340.

#### **iv. DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mi abuelo Adolfo Martin Rueda quien falleció el 20/03/2024, con su partida nos recuerda que la vida es prestada y hay que disfrutarla al máximo hasta el último día, que sin importar las circunstancias la familia debe permanecer unida y es donde nos debemos apoyar en los momentos más difíciles, gracias abuelo porque el amor que nos enseñaste, tus regaños, tus consejos, tus inventos y locuras nos hicieron feliz y nos harán feliz cada vez que te recordemos, que vivas para siempre en nuestros corazones, un abrazo hasta el cielo.

## **v. AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi esposa y mi hija que son 2 grandes pilares que me motivan todos los días y me impulsan hacer mejor las cosas cada día, agradecer a mi madre, mi hermana y mi papa que desde que inicie en la universidad me apoyan y han hecho que pueda concluir la, agradecer a mi abuela que después de sus 50 años aprendió a leer y escribir siendo un gran ejemplo a seguir que debemos mejorar día a día sin importar las circunstancias

## **vi. ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

1. NC: No Conformidad
2. DALUX: Herramienta utilizada para el control de calidad en construcción.
3. EDT: Estructura de Desglose del Trabajo
4. KPIs: Indicadores Clave de Rendimiento
5. TI: Tecnologías de la Información
6. QC: Control de calidad

## **vii. RESUMEN EJECUTIVO Y ARTÍCULO PUBLICABLE**

En el presente documento se lleva a cabo el proceso de análisis y mejora en la empresa Constructora Proycon S.A. El objetivo principal es rediseñar el proceso de control de calidad en la construcción, haciendo uso de herramientas de ingeniería para garantizar la eficiencia y la calidad del proyecto durante su desarrollo.

Se destaca la importancia de estandarizar este proceso, utilizando una herramienta informática como DALUX para asegurar la continuidad y la consistencia en los resultados. Además, se busca reducir los reprocesos asociados a las no conformidades del proceso de construcción, mediante un rediseño que permitiera obtener y analizar datos de forma inmediata.

Se desarrollan tareas específicas y responsables asignados para cada aspecto del proyecto. Esto incluyó la implementación de DALUX, la capacitación del personal, el monitoreo del progreso y la generación de reportes. Asimismo, se estimaron los costos asociados con cada aspecto de la propuesta, desde el desarrollo de la herramienta hasta la contratación de personal y la documentación del proceso.

Finalmente, se concluye que la implementación de estas mejoras traerá consigo beneficios significativos para la empresa, tanto en términos de eficiencia operativa como económica. Se recomienda seguir monitoreando y ajustando el proceso según sea necesario, para garantizar su éxito a largo plazo.

# TABLA DE CONTENIDO

<b><i>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO</i></b> .....	<b>15</b>
<b>1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO</b> .....	<b>17</b>
1.2.1 Descripción general de la organización .....	17
1.2.2 Descripción general de la organización .....	20
<b>1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>23</b>
<b>1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>25</b>
1.4.1 Objetivo general.....	25
1.4.2 Objetivos específicos .....	25
<b>1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES</b> .....	<b>26</b>
1.5.1 Alcances .....	26
1.5.2 Limitaciones.....	26
<b><i>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</i></b> .....	<b>27</b>
2.1.1 Ingeniería.....	28
2.1.2 Ingeniería industrial.....	29
2.1.3 Procesos.....	29
2.1.4 Calidad.....	30
<b>5.1. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto</b> .....	<b>31</b>
2.1.5 Definir .....	31
2.1.6 Medir .....	32
2.1.7 Analizar .....	32
2.1.8 Mejorar .....	32
2.1.9 Controlar.....	33
<b>2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto</b> .....	<b>34</b>
2.3.1. Estandarización de procesos .....	34
2.3.2. Eficiencia .....	35
2.3.3. Mejora de la percepción del cliente .....	35
2.3.4. Productividad.....	36
<b><i>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</i></b> .....	<b>40</b>
<b>5.2. Metodología para la definición del problema</b> .....	<b>42</b>
2.1.10 Diagrama de Flujo .....	43

2.1.11	SIPOC .....	44
<b>5.3.</b>	<b>Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto .....</b>	<b>46</b>
2.1.12	FODA .....	47
2.1.13	Diagrama Pareto .....	49
2.1.14	Ishikawa.....	50
<b>5.4.</b>	<b>Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....</b>	<b>51</b>
2.1.15	Matriz multicriterio.....	52
<b>5.5.</b>	<b>Metodología para la implementación del proyecto.....</b>	<b>53</b>
2.1.16	Matriz RACI .....	54
2.1.17	Lista de chequeo .....	55
<b>5.6.</b>	<b>Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados</b>	
	<b>56</b>	
2.1.18	Encuesta.....	57
<b><i>CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL .....</i></b>		<b>58</b>
<b>5.7.</b>	<b>DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>60</b>
4.1.1.	Diagrama SIPOC .....	61
4.1.2.	Diagrama de flujo del proceso de control de calidad .....	65
4.1.3.	Diagrama de Pareto.....	70
4.1.4.	Diagrama FODA.....	75
<b>5.8.</b>	<b>ESTUDIO DE LAS NO CONFORMIDADES .....</b>	<b>80</b>
4.1.5.	Diagrama Ishikawa .....	81
4.1.6.	Matriz multicriterio.....	84
<b><i>CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION .....</i></b>		<b>90</b>
<b>5.1.</b>	<b>Propuesta de mejora .....</b>	<b>92</b>
5.1.2	Rediseño del proceso de control de calidad .....	94
5.1.2	Plataforma digital DALUX.....	101
5.1.3	Control de la mejora.....	110
<b>5.2.</b>	<b>Validación de la propuesta .....</b>	<b>124</b>
5.2.1.	Análisis económico.....	124
5.2.2.	Análisis de factibilidad funcional .....	127
<b><i>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i></b>		<b>131</b>

<b>6.1. Conclusiones .....</b>	<b>133</b>
<b>6.2. Recomendaciones .....</b>	<b>135</b>
<b><i>BIBLIOGRAFIA .....</i></b>	<b><i>136</i></b>
<b><i>ANEXOS .....</i></b>	<b><i>138</i></b>
<b>ANEXO I: MANUAL DE PROCESO.....</b>	<b>138</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Estructura organizacional</i> .....	18
<b>Figura 2.</b> <i>Diagrama de flujo</i> .....	44
<b>Figura 3.</b> <i>Diagrama SIPOC</i> .....	45
<b>Figura 4.</b> <i>Diagrama FODA</i> .....	48
<b>Figura 5.</b> <i>Diagrama Pareto</i> .....	49
<b>Figura 6.</b> <i>Diagrama ISHIKAWA</i> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Figura 7.</b> <i>Matriz RACI simbología</i> .....	54
<b>Figura 8.</b> <i>Matriz RACI</i> .....	55
<b>Figura 9.</b> <i>SIPOC</i> .....	63
<b>Figura 10.</b> <i>Diagrama de flujo</i> .....	67
<b>Figura 11.</b> <i>Grafica de reprocesos</i> .....	71
<b>Figura 12.</b> <i>Pareto, principales no conformidades</i> .....	73
<b>Figura 13.</b> <i>FODA</i> .....	77
<b>Figura 14.</b> <i>Diagrama ishikawa</i> .....	82
<b>Figura 15.</b> <i>Matriz Multicriterio</i> .....	88
<b>Figura 16.</b> <i>Resumen de propuestas</i> .....	92
<b>Figura 17.</b> <i>Flujo con propuesta</i> .....	96
<b>Figura 18.</b> <i>Matriz RACI</i> .....	99
<b>Figura 19.</b> <i>DALUX inicio</i> .....	103
<b>Figura 20.</b> <i>DALUX inspección</i> .....	105
<b>Figura 21.</b> <i>DALUX tareas</i> .....	106
<b>Figura 22.</b> <i>DALUX resumen</i> .....	107
<b>Figura 23.</b> <i>DALUX estados</i> .....	108
<b>Figura 24.</b> <i>DALUX nueva tarea</i> .....	109
<b>Figura 25.</b> <i>Check List</i> .....	112
<b>Figura 26.</b> <i>Brochure</i> .....	115
<b>Figura 27.</b> <i>EDT</i> .....	118
<b>Figura 28.</b> <i>Gantt</i> .....	122
<b>Figura 29.</b> <i>Encuesta de factibilidad</i> .....	128

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Metodología para la definición de la problemática.</i> .....	42
<b>Tabla 2.</b> <i>Metodología para la medición y respaldo</i> .....	46
<b>Tabla 3.</b> <i>Metodología para la propuesta de mejora</i> .....	51
<b>Tabla 4.</b> <i>Metodología para la implementación del proyecto</i> .....	53
<b>Tabla 5.</b> <i>Metodología para la implementación del proyecto</i> .....	56
<b>Tabla 6.</b> <i>Costos de la propuesta.</i> .....	125

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

## **1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Se realizará un proyecto en el tercer cuatrimestre del año 2023 en una empresa de construcción civil enfocado en reestructurar el plan de aseguramiento de la calidad.

El sector de la construcción en Costa Rica avanza día a día con paso firme, podemos ver el crecimiento como lo es Zonas Francas (Zona Franca la Lima, Zona Franca Coyol, Zona Franca Evolution; estas donde Constructora Proycon ha tenido una participación muy activa) o urbanismo como las que se han realizado recientemente en los alrededores de la Sabana y Pavas en San Jose.

El producto final de los procesos de construcción corresponde a una edificación acorde a los requerimientos del cliente, de modo que el producto cumpla con las especificaciones y estándares solicitados desde el inicio del proceso. Es por esto que se destaca la importancia de asegurar que se cumplan con lo solicitado y al finalizar dicha obra se tenga el producto deseado.

Para efectos del desarrollo de este proyecto se toma en cuenta que durante los procesos de entrega de las edificaciones terminadas al cliente se presentan no conformidades, las cuales deben ser subsanadas para cumplir contractualmente con la entrega. Dependiendo de las no conformidades existirán zonas o aposentos del Edificio que el cliente no podrá utilizar, otras que serán intervenidas con el cliente desarrollando sus actividades diarias, en horarios nocturnos o de fin de semana. Presentar estas no conformidades para Constructora Proycon en el proceso de entrega implica un descontento con el cliente y reprocesos que aumentan el costo de producción, de la misma manera afecta directamente la capacidad de la empresa de dedicar los recursos a nuevos proyectos.

## **1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO**

El proyecto es realizado en una Constructora Civil “Constructora Proycon S.A. la cual se dedica a la construcción de Edificaciones y Urbanismo.

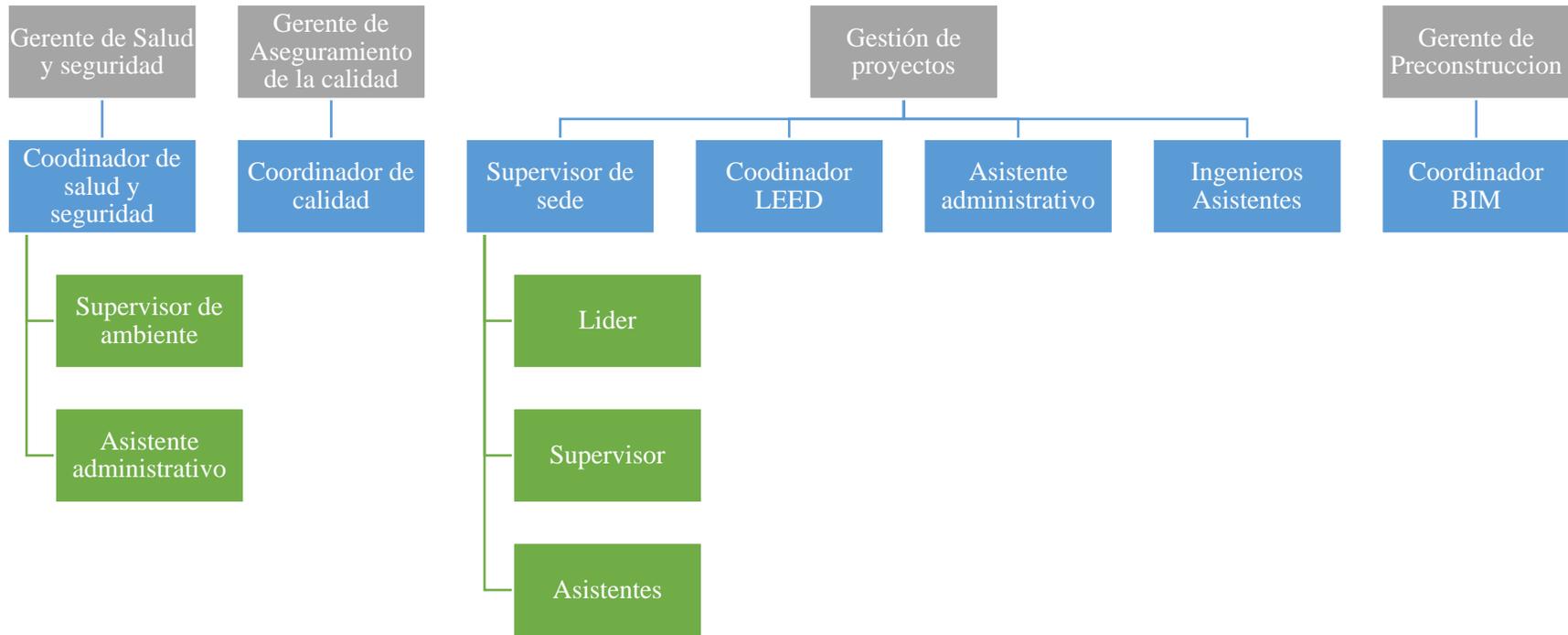
### **1.2.1 Descripción general de la organización**

Actualmente, la compañía cuenta con la misión de proveer servicios de construcción excepcionales; mantener altos estándares en seguridad, salud y medio ambiente; salvaguardar el bienestar de nuestra gente, y asegurar nuestra estabilidad financiera. Manteniendo el objetivo de exceder las expectativas de nuestros clientes y construir relaciones duraderas.

Para su cumplimiento, la empresa cuenta la visión de ser el aliado de confianza en todas las necesidades de la construcción, mientras apoyamos a las comunidades donde servimos, y disfrutar de nuestro trabajo.

La estructura organizacional de la empresa se encuentra compuesta por 4 ejes principales, que corresponden a la gestión de salud y seguridad, aseguramiento de la calidad, gestión de proyectos y preconstrucción. Estas áreas a su vez se conforman por diferentes estructuras que en total suman 63 trabajadores asignados a los diferentes proyectos. A continuación, en la siguiente figura se observa el detalla de cada área.

**Figura 1.** Estructura organizacional



Fuente. Elaboración propia, 2023.

Entre los principales productos de la compañía, encontramos la construcción de edificios dedicados a:

- Industria Medica
- Sector Comercial
- Parques empresariales de oficinas
- Sector Residencial
- Sector Industrial

Dentro de este proceso de construcción se incluyen servicios de:

- Pre-construcción
- Presupuestación
- Programación de obra
- Ingenierías de Valor
- Control de Costos
- Selección y Administración de Contratos
- Servicio total de Construcción de Obra (Contratista General)

## **1.2.2 Descripción general de la organización**

El 28 de agosto de 1988 nace PROYCON, con esfuerzos e ilusiones y por iniciativa del Ing. Eduardo Uribe Chaverri, nace la empresa Constructora Proycon S.A., de 100% capital costarricense, dedicada al negocio de la construcción y enfocada hacia el sector privado.

Inicio en una pequeña oficina de 50 mt<sup>2</sup> ubicada en Sabana Sur, con tres personas, con una pequeña computadora y el apoyo del Ing. Luis Roberto Sáenz, quien a muy corto plazo se asoció a la empresa.

En setiembre de 1988, da inicio nuestro primer proyecto, una residencia de lujo para un cliente privado, con un área de 1.000 m<sup>2</sup> y un costo aproximado de \$600.000.00. Esta obra, diseñada por el Arq. Carlos Manuel Escalante, marca el inicio de la larga trayectoria de Constructora Proycon con el sector de residencias de lujo, entre otros proyectos que marcaron los primeros años de nuestra historia.

Para el año de 1993, inicia una de las alianzas estratégicas más importantes para la empresa, y que perdura hasta el día de hoy, con el aliado Grupo GTU Desarrollos. Con ellos se ha construido e invertido en varios proyectos de desarrollo, tales como Distrito 4, proyecto de uso mixto, y muchos otros proyectos residenciales, lo cual ha venido a fortalecer el nombre y calidad de la marca a lo largo de los años.

En enero de 1998 y gracias al apoyo y la confianza del Grupo Inmobiliario Génesis, y la firma de Arquitectos Daniel Lacayo Asociados, la empresa inició una de las etapas más importantes de nuestra historia, la construcción del Parque Empresarial Fórum I. Este complejo de 17

edificios de oficinas con un área aproximada de 130.000 mt<sup>2</sup>, vino a revolucionar el mercado de ofi-centros en nuestro país y dejó, para siempre, una huella importante en la empresa.

Hoy, Constructora Proycon, tiene una trayectoria y liderazgo en la construcción de los mejores ofi-centros de Costa Rica, para un área aproximada de 450.000 mt<sup>2</sup>, tanto de construcción civil como de remodelación de oficinas. Con el crecimiento propio de los años venideros nos vimos fortalecidos con la incorporación de nuevos socios, los ingenieros Luis Retana y Max A. Fischel, piezas fundamentales en nuestra organización para poder continuar por el camino trazado.

Parte importante de llevar a cabo proyectos exitosos tiene que ver con la inversión en equipo especializado. Para el año 1999 se adquirió la primera grúa, una herramienta versátil y necesaria que nos permitió seguir incursionando durante las décadas siguientes en obras de gran envergadura.

En el año 2002 se creó el Departamento de Seguridad Ocupacional de Proycon, un área en la que la empresa se ha destacado a lo largo de los años, gracias al trabajo en equipo y a un serio compromiso con los lineamientos establecidos.

En el año 2006 Constructora Proycon obtiene su primer premio nacional Preventivo, otorgado por el Instituto Nacional de Seguros, por su gestión en salud ocupacional. Este premio reconoce las acciones que realizan las empresas en materia de prevención de accidentes del trabajo y valida sus programas en salud ocupacional.

Este fue el primero de muchos reconocimientos que Proycon ha recibido a lo largo de los años por sus continuos esfuerzos en esta área. Nuestro Departamento de Seguridad Ocupacional,

tiene una importancia prioritaria dentro de nuestras políticas e interviene diariamente en todas nuestras obras, e inclusive ofrecemos apoyo a nuestros competidores en el montaje de grúas.

Nuestro esfuerzo se vio recompensado nuevamente en el año 2016 con el segundo premio nacional Preventivo, otorgado a nuestra empresa por innovación y mejora continua de los programas.

En agosto del 2008 se logra una alianza con la firma Turner International para construir nuestro primer gran proyecto en el sector de la industria médica, la planta de dispositivos médicos de Boston Scientific en Costa Rica. El proyecto de 32.000 m<sup>2</sup> fue finalizado con éxito en el año 2009 y obtuvo la certificación LEED Silver.

A la fecha, nuestra empresa es referente en proyectos de industria médica, después de haber construido plantas para seis empresas internacionales de este sector, ubicados en las mejores zonas francas de Costa Rica. Nuestra vasta experiencia en procesos de certificación LEED, así como el servicio post venta en nuestros proyectos han contribuido a posicionar a nuestra empresa en esta industria.

En mayo de 2010, Proycon da un paso importante al ser parte de la historia en relación con el cambio visual y de repoblamiento de San José, gracias a la construcción de la etapa uno del proyecto Torres Paseo Colón, el edificio más alto del país en esa fecha, ubicado en una zona de alto riesgo constructivo. Todo un reto que vino a modificar el estilo de vida de la ciudad capital.

## **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. Definición y medición del problema**

El proyecto que se desarrolla aborda el estudio de los procesos de Constructora Proycon, principalmente enfocado en la calidad en la entrega de su producto final (la edificación construida, terminada). Al realizar un análisis de la situación actual, se idéntica que la empresa no cuenta con un proceso estandarizado para la definición de requerimientos iniciales y su correcta validación para asegurar la calidad.

Al no contar con mecanismos para la medición y control de calidad y procesos no definidos, durante el proceso de construcción se trabaja de manera correctiva, realizando reprocesos (resolución de no conformidades durante el proceso de entrega), las cuales se repiten proyecto a proyecto, actualmente el mismo departamento de calidad no cuenta con herramientas que les ayude a prevenir la no calidad.

Lo anterior ha llevado a la empresa a conocer la problemática de un producto deficiente o no apegado a los requerimientos, hasta que se encuentra finalizado, lo que implica un reproceso total en el que se dispone un uso no planificado de materiales, trabajadores y un atraso respecto a las fechas de entrega planeadas.

### **1.3.2 Justificación del proyecto**

Este proyecto es creado por la necesidad que tiene el departamento de producción de la constructora civil, de rediseñar y estandarizar el proceso de control para el aseguramiento de la calidad de sus obras.

El control de calidad ayuda a identificar las no conformidades que surjan durante el proceso constructivo, lo que permite mejorar la eficiencia mediante la disminución de reprocesos, uso de recursos y mejora de las ganancias de la empresa. Además debido a que los proyectos que se realizan son personalizados para cada cliente, el grado de apego del resultado final, respecto a los requisitos iniciales son la base para la calidad del producto y con esto la satisfacción del cliente.

Debido a que actualmente el proceso para la identificación temprana de oportunidades o no conformidades de acuerdo con los requerimientos del cliente son insuficiente y en algunos casos no se realizan, los costos de producción no se pueden calcular con precisión, lo que afecta la percepción de ganancias sobre las obras y la oportunidad de realizar correcciones tempranas que eviten atrasos durante su proceso de entrega. Durante los últimos proyectos realizados se ha identificado un aumento en las no conformidades, pasando de 173 NC para el primer proyecto evaluado, a 386 en el segundo y 495 para el último entregable de la empresa.

El siguiente proyecto brindara una guía práctica de cómo controlar la calidad a los ingenieros civiles o encargados del control de calidad en los proyectos de construcción, lo que mejorara la eficiencia, ayudando a reducir reprocesos, uso de recursos y aumentando las utilidades.

## **1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 Objetivo general**

Reducir los reprocesos referentes a las no conformidades del proceso de construcción de obras, en la empresa Constructora Proycon S.A., mediante un rediseño del proceso de calidad, que permitan la obtención y el análisis de datos para la toma de decisiones de forma inmediata mejorando la eficiencia del proceso y calidad del producto final.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Definir el proceso actual de control de calidad, en la construcción mediante un diagrama de flujo y diagrama SIPOC, que permita la contextualización de la situación actual, posibles oportunidades, debilidades y amenazas.
- Medir los reprocesos del proceso mediante el estudio de los datos generados para la identificación de las no conformidades que surgen en el proceso de entrega final del proyecto a los clientes.
- Analizar los reprocesos que provocan las no conformidades mediante una matriz multicriterio, para la contextualización de sus causas.
- Rediseñar el proceso de calidad en la construcción, mediante el uso de herramientas de ingeniería, que permita el conocimiento la calidad del proyecto durante su desarrollo, para la prevención los reprocesos.
- Controlar la estandarización del nuevo proceso, mediante el uso de una herramienta informática que permita la ralentización de la continuidad de los resultados.

## **1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1 Alcances**

Debido a que el proceso de construcción cuenta con una cantidad considerable de subprocesos y posibles áreas de mejora, el presente trabajo de investigación se realiza enfocado en como reestructurar el proceso de acuerdo con las no conformidades del sistema constructivo y no en como atacar cada una de esas no conformidades.

### **1.5.2 Limitaciones**

Debido a que la información de los clientes de cada proyecto es de carácter sensible, no será posible indicar datos exactos sobre este como el nombre, dirección o cliente. Los datos y estadísticas utilizados son 100 % reales y apegados a los proyectos sin embargo la información de estos será para fines de ejemplificación

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

En esta sección se presentan los conceptos, herramientas y metodologías relacionadas con el desarrollo del proyecto, lo que facilita la lectura y entendimiento del lector sobre temáticas específicas de la carrera, industria o empresa en la que se realiza el proyecto. Para este fin, se divide el capítulo en 4 secciones, en la primera se describen los conceptos y herramientas generales, en la segunda la metodología, en la tercera los conceptos de cambio y en la cuarta antecedentes de proyectos semejantes.

## **2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera**

A continuación, se desarrollan conceptos y herramientas que se consideran de importancia para el entendimiento del proceso.

### **2.1.1 Ingeniería**

El concepto de ingeniería es de importancia para el desarrollo del proyecto, debido a que busca como mejorar, implementar o transformar lo que se hace día a día. Normalmente las personas lo asocian el termino ingeniería con ingenios mecánicos o civiles.

De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española, la ingeniería corresponde a un conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial (RAE, 2023).

Desde la perspectiva de los expertos, la ingeniería es la disciplina y profesión que aplica los conocimientos técnicos y científicos y utiliza las leyes naturales y los recursos físicos, con el fin de diseñar e implementar materiales, estructuras, máquinas, dispositivos, sistemas y procesos para alcanzar un objetivo deseado, pero que cumpla con los criterios especificados (Medica, 2019).

Desde una perspectiva práctica, y de acuerdo con la utilización para el presente proyecto, se definirá el término de ingeniería como el campo de la ciencia que se encarga de diseñar, crear, transformar productos y servicios de una manera eficientemente y rentable.

Actualmente se cuenta con una serie de ingenierías dedicadas a campos específicos, como; la mecánica, civil, industrial aeroespacial, química, física, entre otros, sin embargo, debido a la relación con el proyecto nos concentraremos en la rama de la ingeniería industrial.

### **2.1.2 Ingeniería industrial**

La ingeniería industrial corresponde al campo de la ingeniería que se encarga de analizar los procesos para la conformación de un producto, servicio u otros procesos. Este concepto es importante ya que es por el que se quiere optar el título de bachillerato.

La ingeniería industrial es la disciplina de la ingeniería que se ocupa del diseño, el desarrollo, la mejora, la aplicación y la evaluación de sistemas integrados de personas, conocimientos, equipos, energía y materiales. La ingeniería industrial se basa en los principios y métodos de análisis y síntesis de la ingeniería, así como en las matemáticas y las ciencias físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de la ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que deben obtenerse de dichos sistemas (Lopez, 2022).

Contrario a la creencia popular, la ingeniería industrial no se trata exclusivamente de analizar procesos de producción, actualmente un ingeniero industrial se puede desempeñar en cualquier área que involucre procesos, ya sea productivos, de servicios, flujos de datos, procesos de mejora, relacionados a proyectos, etc.

### **2.1.3 Procesos**

El tercer concepto que se define corresponde al de procesos, la importancia de este radica no solo en la relación con el concepto de ingeniería industrial, sino con el desarrollo del proyecto ya que se estará analizando, midiendo y mejorando un proceso, en este caso un proceso de calidad en la construcción.

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, un proceso corresponde a un conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial (RAE). En este caso un proceso representa un conjunto de fases y etapas para cumplir un objetivo, como la construcción de una edificación.

Desde la perspectiva técnica, un proceso es definido como la sucesión de actos o acciones realizados con cierto orden, que se dirigen a un punto o finalidad, así como también al conjunto de fenómenos activos y organizados en el tiempo (Medina, 2021).

Actualmente los procesos pueden desarrollarse en cualquier campo, como en industria de producción, servicios, empresas del sector público, procesos de flujos de datos, etc. Sin embargo, debido a la relación con el proyecto, se estarán analizando exclusivamente los procesos de construcción de la parte eléctrica.

#### **2.1.4 Calidad**

La calidad, hace referencia a la satisfacción del cliente respecto a un producto, proceso o servicio recibido y se relaciona con conceptos como si lo recibo es duradero, se adapta a la necesidad del cliente durabilidad costo, sin embargo, la calidad es variante y su definición va a variar de acuerdo con las necesidades y expectativas del cliente.

De acuerdo con los expertos, el concepto de este término suele ser muy subjetivo, esto quiere decir que puede cambiar de acuerdo con las percepciones que tenga cada persona, pues cada uno puede comparar las cosas según sus creencias o percepciones (Vega, 2020).

Considerando el desarrollo del proyecto, la calidad puede definirse como el grado de apego del producto final, respecto a las expectativas y requerimientos definidos. La calidad generalmente se ve como un medio para la satisfacción del cliente.

## **5.1. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto**

El presente proyecto, utiliza para su desarrollo la metodología DMAIC. Debe su nombre a las siglas en inglés para definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Esta se basa en la implementación de proyectos lean six sigma, mediante 5 etapas generales. A continuación, se describirán cada una de estas etapas.

### **2.1.5 Definir**

En esta etapa del proyecto se deben definir los objetivos para la actividad a mejorar. Los objetivos más relevantes se obtienen por los requerimientos de los clientes (Su, 2022). Al finalizar la etapa se deben haber definido los objetivos del proyecto de mejora, los entregables y los plazos para la ejecución del proyecto.

### **2.1.6 Medir**

La medición es un paso muy importante, ya que involucra la colección de datos para evaluar el nivel actual del proceso y provee la información necesaria para las etapas de análisis y mejora (Su, 2022)

En esta etapa se deben usar métricas que ayuden a monitorear el progreso con respecto a los objetivos definidos en el paso anterior.

### **2.1.7 Analizar**

En esta etapa se hace un análisis de la situación actual del sistema y se identifican las formas para disminuir la brecha para alcanzar los objetivos deseados (Su, 2022)

Los resultados del análisis pueden proveer las causas de un mal rendimiento del proceso, así como las fuentes de variabilidad

### **2.1.8 Mejorar**

En esta etapa la organización debe mejorar continuamente en términos de la eficacia de sus procesos, de tal manera que permita llevar a cabo nuevas técnicas o formas más efectivas de optimización. Para lograr este mejoramiento la organización debe comprometerse a determinar las tendencias del producto y a establecer el nivel de satisfacción del cliente, a la vez que debe realizar estudios comparativos de su desempeño y nivel de competitividad con respecto a otras organizaciones. (Su, 2022).

Mejorar (M) El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz y asegurarse de que se corrija o reduzca el problema. Es recomendable generar

diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, etc.

La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto. (En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento de todo el proceso. (Dembinski, H. 2019, p. 1).

### **2.1.9 Controlar**

Esta etapa permite verificar la efectividad y la eficacia de los diversos cambios que sufre el proceso no a través de las diversas etapas de mejora. Es indispensable entonces definir unos indicadores que nos muestre el nivel de desempeño de la organización. Las ciencias 36 estadísticas permiten utilizar un sinnúmero de aplicaciones para conocer el estado de un proceso bajo los eventos que ofrece la información recolectada en la organización (Su, 2022).

Controlar para mantener la mejora, una vez que se alcanzaron las mejoras deseadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios hechos para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente que participa en el proceso, lo que puede tener sus resistencias y complicaciones.

Esta etapa Consiste en diseñar y documentar los controles para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios.

Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

### **2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto**

En esta sección se desarrollan los conceptos referentes al impacto del proyecto. Debido que el proyecto que se desarrolla tiene como finalidad mejorar la eficiencia mediante la estandarización de procesos, a continuación, se definen estos dos conceptos

#### **2.3.1. Estandarización de procesos**

La estandarización de procesos es un concepto reciente que se ha desarrollado producto de la mejora de los procesos, especialmente relacionados con la producción. Como parte del desarrollo del proyecto, se desarrolla un plan para la estandarización del proceso, por lo que es necesario la definición de este concepto.

De acuerdo con expertos en el área, la estandarización de procesos se refiere al ajuste de las etapas de los procesos dentro de una empresa para que éstos se asemejen a un modelo en común (Jimenez, 2019). La estandarización de procesos en términos cotidianos corresponde a la simplificación, documentación y comunicación de un proceso con tareas comunes, repetitivas, que debe ser replicado por todos los actores del proceso.

Debido a que la estandarización es un fin de la mejora y no una metodología, generalmente se asocia estos con metodología como Six sigma, ITIL, SCRUM u otros. Para el desarrollo del presente proyecto, se enfoca la estandarización de procesos en la metodología Lean Six Sigma, enfocado en la mejora de la eficiencia.

### **2.3.2. Eficiencia**

Comúnmente se asocia el término eficiencia como un sinónimo de eficacia. Sin embargo, desde la perspectiva práctica la eficacia corresponde al cumplimiento de un objetivo sin considerar el uso de los recursos, mientras que la eficiencia corresponde a la capacidad de lograr ese objetivo con el mejor uso de recursos posibles. Lo anterior es útil para disminuir costos, reprocesos, tiempos, materiales o aumentar utilidades.

La eficiencia se da por la relación entre recursos y objetivos. Cuanto más objetivos con los mismos recursos o cuantos menos recursos se utilicen para cumplir los objetivos, mayor será la eficiencia. Así, este concepto trata de aprovechar los recursos al máximo, optimizando su utilización para la consecución de objetivos (Amores, 2020).

Para términos del proyecto, se plantea la eficiencia como un KPI, que permite medir la reducción del uso de recursos en el proyecto y el aumento de las ganancias.

### **2.3.3. Mejora de la percepción del cliente**

Actualmente la empresa cuenta con un porcentaje de reprocesos significativos que afectan aspectos como el tiempo de entrega, cumplimiento de requisitos y calidad lo que ocasiona una mala percepción del cliente sobre la obra.

La percepción de los clientes hace referencia a las opiniones que tienen las personas sobre tu empresa. Esta se genera cuando evalúa la experiencia que tiene con la organización, incluidos el producto que ofreces, tus estrategias de branding y tu servicio (Sordo, 2021).

Este último término corresponde a uno de los beneficios del proyecto, ya que se espera mejorar los factores que afectan la percepción, tales como los tiempos de entrega, cumplimiento de los requerimientos iniciales, costos, especificaciones, calidad de los materiales, etc.

#### **2.3.4. Productividad**

La productividad, es un término que utiliza comúnmente para dar a conocer si un proceso es útil o no, sin embargo, desde la perspectiva industrial la palabra productividad hace referencia a la relación entre los resultados que se lograron y los materiales o insumos utilizados.

La productividad se define como una medida económica que permite calcular cuántos bienes y servicios se produjeron por cada factor utilizado. Además, corresponde a la capacidad de hacer más tareas en menos tiempo, por lo que, si una empresa es capaz de mejorar su productividad, significa que el valor de sus productos crece a una tasa más alta que con la que crecen las materias primas con las que está creando dicho producto, por lo que estaríamos hablando de una productividad en plan (Lara, 2020)

Desde la perspectiva del proyecto, el aumento de la productividad permite la mejora de la productividad mediante la reducción de los reprocesos. Estos reprocesos son causados actualmente por la carencia de estandarización, razón por la que el cumplimiento de los objetivos afecta directamente a la productividad.

#### **2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes**

En esta sección se presenta los proyectos o experiencias estudiantiles con una temática similar a la desarrollada en el presente proyecto, que consiste en el estudio de un proceso de construcción de edificaciones para la mejora de calidad mediante el rediseño, la estandarización

del proceso e implementación de controles de calidad. Para esto a continuación se presentan dos experiencias internacionales, y dos nacionales.

El primer proyecto nacional que se analiza corresponde a la tesis a cargo de Salas, 2018. El tema que se desarrolla consiste en una propuesta del mejoramiento de la productividad de procesos constructivos en los proyectos CEDI Coris e iFreses de la empresa constructora Volio y Trejos Asociados, mediante un plan de mejora que recomienda buenas prácticas. Los procesos analizados son pega de bloques de mampostería, relleno de celdas con máquina, encofrado, colado y desencofrado de columnas, y encofrado y desencofrado de losas con sistema Forsa y Convencional.

Tras el análisis, se identifica que las esperas, los transportes, el diseño de sitio y el sobredimensionamiento de cuadrillas como causantes de disminución de la eficiencia, por métodos como encuestas, diagramas de Ishikawa y consultas a expertos. Asimismo, se implementó el uso de relojes GPS en los colaboradores como herramienta para conocer los recorridos que estaban realizando. Con estos datos se diseñó un plan de mejora compuesto por recomendaciones, que fueron implementándose paulatinamente. Se concluyó que sí fue posible mejorar la productividad en CEDI Coris, más no se pudo comprobar en iFreses, debido a la falta de implementación (Salas, 2018).

El segundo proyecto nacional que se analiza corresponde al desarrollado por Campos como propuesta para elaborar una guía para implementar un sistema de gestión de la calidad para la empresa Trango Consultores, basada en la norma ISO 9000:2000. El objetivo general del trabajo es elaborar una guía para la organización Trango Consultores, que ayude en la creación de un sistema de gestión de la calidad.

Tras el análisis elaborado se determina que la forma actual utilizada por Trango, consta de algunas políticas que son aplicadas dentro de la organización, pero en lo que respecta al trabajo diario de cada consultor, este se realiza de una manera empírica, de acuerdo con la experiencia que se ha generado en los años de trabajo en la organización. Es por esto, que se da la necesidad de contar con un sistema de gestión de la calidad, donde se describan paso a paso todos los procedimientos que deben seguirse para lograr un objetivo, el cual es cumplir con los requerimientos del cliente, justificando esto el desarrollo de una propuesta para crear un guía que pueda utilizar la organización (Campos, 2019).

La primera tesis internacional que se analiza corresponde a la desarrollada por Orejo, en la cual identifica la calidad de la edificación mediante la certificación ISO 9001 en la construcción de edificios y viviendas. El estudio se inicia con una descripción real de la problemática de la calidad en la industria de la construcción y en donde se hace mención a la normatividad peruana existente sobre el sistema de calidad ISO 9001.

Mediante el análisis e interpretación de los resultados se desarrolla la implementación de software estadísticos para el procesamiento de la información. Entre los principales resultados destaca que no se han encontrado cumplimiento o aproximación al estándar ISO 9001 en las dimensiones de compromiso de la dirección, enfoque al cliente, planificación, revisión por la dirección y realización del servicio. (Orejon, 2020)

Finalmente, se analiza el proyecto de graduación a cargo de Alvares, el cual desarrolla un estudio para la recopilación de métodos de gerencia de proyectos y gestión de la calidad, aplicados al rubro excavación y desalojo de tierra, fase inicial constructiva de un proyecto inmobiliario. Se analizan por los conceptos básicos sobre calidad, productividad y eficiencia,

bases de la planificación y mejora continua, que serán enfocados hacia un plano directivo parte del análisis administrativo de una empresa.

Mediante el desarrollo de un ejemplo práctico que tiene como objeto dar a conocer y entender la teoría aplicada, se concluye que el movimiento de tierra en Quito es un rubro tecnificado mediante el uso de maquinaria; el análisis de índices de productividad que identifiquen y verifiquen posibles fallos permitirá establecer medidas correctivas, normas y mejoras posteriores. El establecer una cultura empresarial, donde cada implicado del proceso de excavación tenga conocimiento de sus responsabilidades, mejorará la falta de comunicación entre operadores, albañiles, topógrafos, personal técnico (Alvares, 2021).

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

En el presente capítulo, se desarrolla la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto, Debido a la relación con la carrera por la que se quiere optar por el título, el interés de la empresa y los beneficios estudiados en proyectos anteriores, se implementa la metodología DMAIC que fue estudiada de manera previa en el capítulo anterior.

El capítulo se divide en cinco secciones, en las que se detalla la metodología utilizada en cada fase del DMAIC incluyendo las herramientas. A continuación, se presenta el desarrollo de las fases.

## 5.2. Metodología para la definición del problema

En esta sección, se presenta detalla la aplicación de la primera fase de la metodología DMAIC, la cual se basa en la definición de la problemática, previamente expuesta en el capítulo 1 del presente documento y la contextualización del proceso mediante el desarrollo de herramientas como SIPOC y diagrama de flujo. A continuación, se presenta un cuadro resumen de la fase.

**Tabla 1.** *Metodología para la definición de la problemática.*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsable</b>
Definir el proceso actual de control de calidad, en la construcción mediante un diagrama de flujo y diagrama SIPOC, que permita la contextualización de la situación actual, posibles oportunidades, debilidades y amenazas.	Conocer el proceso actual de producción  Documentar el proceso de control de calidad actual	SIPOC  Diagrama de flujo	Se analiza el proceso y la situación actual mediante la definición de la problemática y contextualización del proceso y calidad relacionada	8 ene 2024 al 12 de ene 2024	Estudiante a cargo

Fuente. Elaboración propia, 2023.

Para la definición de la problemática, se utilizan las siguientes herramientas.

#### **2.1.10 Diagrama de Flujo**

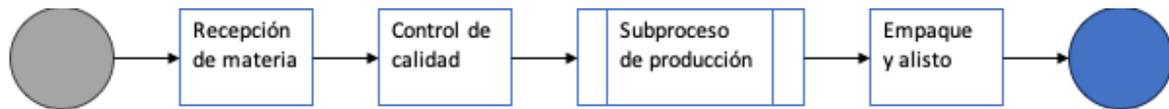
El diagrama de flujo es una herramienta de ingeniería que facilita la comunicación, el análisis, la documentación, la identificación de errores, la optimización y la gestión de proyectos, de un proceso, ya sea de producción, un servicio u otro. Su uso puede mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos.

El diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de actividades que forman un proceso. Los flujogramas son de fácil elaboración e interpretación, constituyendo una alternativa muy apropiada para documentar los procesos, pues de un solo vistazo pueden entenderse con rapidez, incluso no estando familiarizado con esta herramienta (Pardo, 2020). Desde una perspectiva conceptual, el diagrama de flujo es una simple representación sencilla de una secuencia de acontecimientos (Chavez, 2018).

En esta secuencia, se sigue desde el inicio de las actividades, con la llegada de materiales, luego su transformación en la construcción mediante el paso por diferentes procesos hasta lograr el producto final la edificación. El diagrama de flujo de procesos es una herramienta de planificación y análisis utilizada para: definir y analizar procesos, ensamblado o servicios con propósitos de definir, estandarizar o encontrar áreas de un proceso débil para ser mejorada.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo, con el fin de ejemplificar la herramienta.

**Figura 2.** Diagrama de flujo



Fuente. Elaboración propia, 2023.

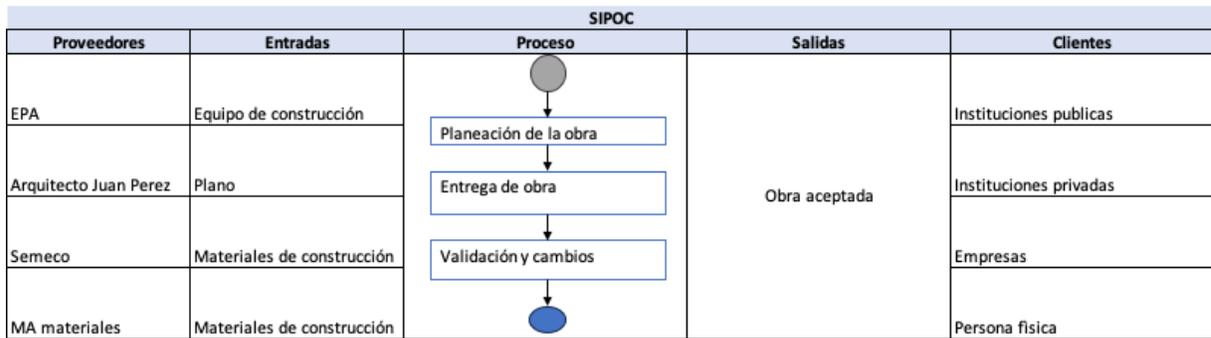
Se destaca que la herramienta, es de gran importancia para el estudio de los procesos, ya que permite conocer su inicio, fin, etapas principales y el flujo que representan. Actualmente se cuentan con diversas metodológicas que cuentan con simbologías estandarizadas para la creación de la herramienta, sin embargo, para fines del proyecto se estará utilizando la simbología ANSI.

#### **2.1.11 SIPOC**

Para una empresa es muy importante comprender, analizar y mejorar los procesos empresariales, esto se logra por medio de la herramienta de SIPOC. Proporciona una visión general del proceso y ayuda a identificar problemas, oportunidades de mejora y dependencias clave.

LA herramienta SIPOC corresponde a la representación gráfica esquemática de los componentes principales de un proceso. Responde a las siglas en inglés; Suppliers (proveedores), Inputs (entradas), Process (proceso), Outputs (Salidas) (Prado, 2020).

**Figura 3.** Diagrama SIPOC



Fuente. Elaboración propia, 2023.

### 5.3. Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

En esta sección, se presenta detalla la aplicación de la segunda fase de la metodología DMAIC, la cual se basa en la medición y recolección del respaldo cualitativo necesario para validar la problemática y sus causas mediante el desarrollo de herramientas como Ishikawa y FODA. A continuación, se presenta un cuadro resumen de la fase.

**Tabla 2.** *Metodología para la medición y respaldo*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsable</b>
Medir los reprocesos del proceso mediante el estudio de los datos generados para la identificación de las no conformidades que surgen en el proceso de entrega final del proyecto a los clientes.	Identificar oportunidades de mejora en el proceso de construcción relacionadas con la estandarización del proceso y medición de calidad	Pareto FODA Ishikawa	Se recolecta información sobre reprocesos, pérdidas de productividad y oportunidades de mejora	12 ene 2024 al 16 de ene 2024	Estudiante a cargo

Fuente. Elaboración propia, 2023.

Para la medición y respaldo , se utilizan las siguientes herramientas.

### **2.1.12 FODA**

Esta herramienta permite visualizar el entorno de la empresa, donde se evalúan los factores internos y externos (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas). Asimismo, confeccionar y trabajar con este análisis permite identificar y analizar todas las variables que intervienen en el negocio, con el fin de tener más y mejor información al momento de tomar decisiones.

El FODA, como técnica de planeación, permitirá contar con información valiosa proveniente de personas involucradas con la administración del negocio y que con su “*saber hacer*” aportan ideas para el futuro organizacional. Es necesario señalar que la intuición y la creatividad de los involucrados es parte fundamental del proceso de análisis, ya que para quienes una determinada situación parece ser una oportunidad, para otros puede pasar desapercibida.

El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa; es decir, las oportunidades y amenazas (Ponce, 2019).

La representación gráfica del FODA, es variable sin embargo para fines ilustrativos, a continuación se muestra una imagen de referencia.

**Figura 4.** *Diagrama FODA*



Fuente. Elaboración propia, 2023.

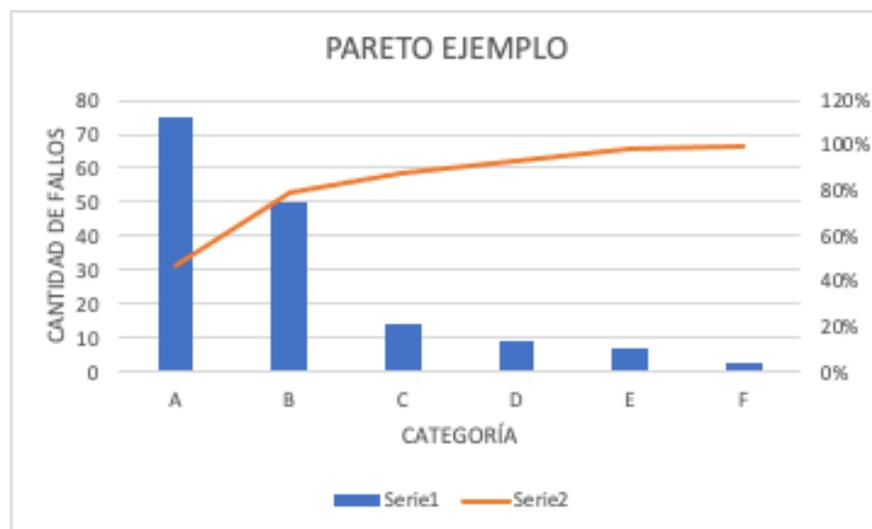
Es así como, esta herramienta produce una perspectiva general de la situación de una organización determinada. Así, se establece que el análisis FODA estima el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación externa, esto es; las oportunidades y amenazas.

### 2.1.13 Diagrama Pareto

El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son las variables o datos. Su objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que solo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), el resto genera un poco del efecto total. Además de ayudar a seleccionar el problema que es más conveniente atacar, el diagrama de Pareto facilita la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de manera permanente cual es la falla principal (Fernández, 2019). Con el fin de ilustrar la herramienta, a continuación se presenta un ejemplo.

**Figura 5.** *Diagrama Pareto*

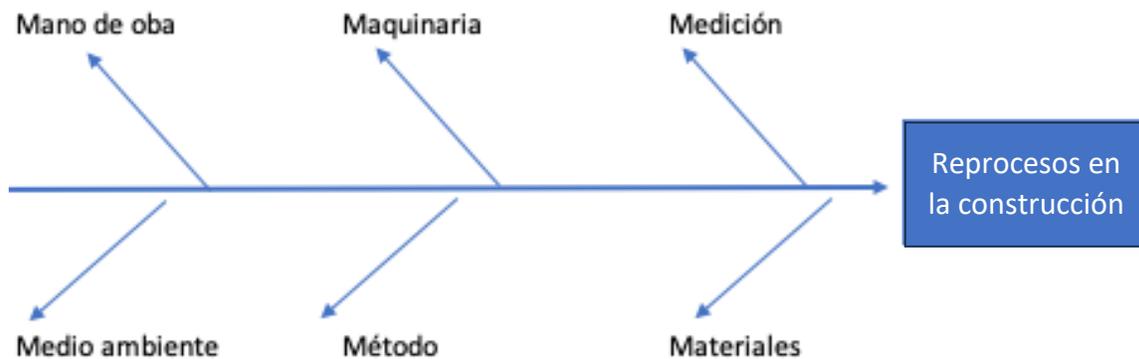


Fuente. Elaboración propia, 2023.

### 2.1.14 Ishikawa

El diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas. Existen tres tipos básicos de diagrama de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica, ellos son tipo 6M, flujo de proceso y enumeración de causas. Para fines del desarrollo del proyecto, nos centraremos en el estudio del Diagrama de Ishikawa - Método de las 6M. A continuación, se presenta un ejemplo para su contextualización

**Figura 6.** *Diagrama ISHIKAWA*



Fuente. Elaboración propia, 2023.

El método de las 6M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M); Métodos de trabajo, Mano de obra, Materiales, Maquinaria, Medición, Medio ambiente. Estos elementos definen de manera global todo el proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6M (Gutierrez, 106-110)

#### 5.4. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

En esta sección, se presenta detalla la aplicación de la tercera fase de la metodología DMAIC, la cual se basa en la definición y priorización de las oportunidades de mejora identificadas mediante herramientas como diagrama ISHIKAWA y matriz multicriterio, con el fin de seleccionar las oportunidades de mejora a desarrollar en la propuesta que se muestra mediante herramientas como el diagrama de flujo. A continuación, se presenta un cuadro resumen de la fase.

**Tabla 3.** *Metodología para la propuesta de mejora*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsable</b>
Analizar los reprocesos que provocan las no conformidades mediante una matriz multicriterio, para la contextualización de sus causas.	Priorizar las oportunidades de mejora para el desarrollo de la propuesta de mejora	Matriz multicriterio  Diagrama de flujo	Se prioriza las oportunidades de mejora y con base en las seleccionadas se desarrolla una propuesta de mejora	16 ene 2024 al 20 ene 2024	Estudiante a cargo

Fuente. Elaboración propia, 2023.

### **2.1.15 Matriz multicriterio**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2021 una matriz de evaluación puede servir como metodología para recolección de datos para el posterior análisis, mediante una exposición de criterios de evaluación y un valor según el nivel de cumplimiento.

Donde los criterios son aquellos puntos establecidos mediante el evaluador puede comparar para lograr identificar si se cumple con los requisitos mínimos establecidos, técnicamente se puede definir de la siguiente manera: “conjunto de políticas, procedimientos o requisitos usados como referencia frente a la cual se compara la evidencia objetiva”. (ISO 9000, 2015).

## 5.5. Metodología para la implementación del proyecto

En esta sección, se presenta detalla la aplicación de la cuarta fase de la metodología DMAIC, la cual se basa en implementación de la propuesta de mejora mediante herramientas como matriz RACI y lista de chequeo. A continuación, se presenta el cuadro resumen.

**Tabla 4.** *Metodología para la implementación del proyecto*

Objetivo	Actividades	Herramientas	Descripción	Plazos	Responsable
Rediseñar el proceso de calidad en la construcción, mediante herramientas de ingeniería, que permitan el conocimiento de calidad del proyecto durante su desarrollo, para la prevención los reprocesos.	Implementar la propuesta de mejora	Matriz RACI Lista de chequeo	Se implementa la propuesta de mejora, mediante la documentación de responsables, estandarización y documentación del proceso	20 ene 2024 al 24 ene 2024	Estudiante a cargo

Fuente. Elaboración propia, 2023.

Para el desarrollo de la propuesta, se utilizan las siguientes herramientas.

### 2.1.16 Matriz RACI

La matriz RACI, es una herramienta que permite documentar y exponer la asignación de roles a cada tarea de los diferentes procesos, mediante la clasificación; responsable, asignado, consultado e informado, lo que favorece la implementación del proyecto oficializar los nuevos responsables y tareas. (Hurtado J, 2023)

La herramienta permite la identificación de tareas, asignación de responsables y otros roles vitales en el proceso. Entre los roles que pueden ser asignados a cada tarea se encuentra el responsable departamento que se encarga de desarrollar la tarea, aprobador quién valida el cumplimiento de los requerimientos para continuar en la siguiente tarea, consultado que generalmente corresponde al usuario al ser el principal proveedor de información e informado que corresponde a otros actores del proceso a los que se les debe informar o notificar de la finalización de la tarea y su resolución. Con el fin de facilitar la comprensión del lector, se presenta el código de colores y abreviaturas usadas en la matriz RACI para el presente proyecto, así como un ejemplo de su uso.

**Figura 7.** *Matriz RACI simbología*

R	Responsable
A	Aprobador
C	Consultado
I	Informado

Fuente. Elaboración propia, 2023.

**Figura 8. Matriz RACI**

<b>Actividad/ roles</b>	<b>Rol 1</b>	<b>Rol 2</b>	<b>Rol 3</b>	<b>Rol 4</b>
Recepción de materiales				
Control de calidad				
Lista de chequeo				
Supervisión de obra				
Verificación de calidad continuo				
Control de calidad final				
Entrega				

Fuente. Elaboración propia, 2023.

### **2.1.17 Lista de chequeo**

La lista de chequeo es una herramienta que se utiliza para verificar el cumplimiento de ciertos requisitos planteados al inicio del proyecto o proceso. Estos requerimientos pueden ser estandarizados o adecuados para ejecución.

De acuerdo con los expertos en procesos, las listas de chequeo o checklist son formatos de control, se crean para registrar actividades repetitivas y controlar el cumplimiento de una serie de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática. Se señalan además los principales usos, cómo usarlos, cuáles son los aspectos que se verifican (Flores, 2021)

Para términos de la ejecución del proyecto, la lista de chequeo permite la validación de calidad de aspectos definidos para maximizar el cumplimiento de los requerimientos iniciales.

## 5.6. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

En esta sección, se presenta detalla la aplicación de la última fase de la metodología DMAIC, la cual se basa en la validación de la propuesta implementada mediante la verificación con los involucrados mediante herramientas como la encuesta. A continuación, se presenta un cuadro resumen de la fase.

**Tabla 5.** *Metodología para la implementación del proyecto*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsable</b>
Controlar la estandarización del nuevo proceso, mediante el uso de una herramienta informática que permita la ralentización de la continuidad de los resultados.	Verificar la aplicabilidad de la herramienta	Encuesta Herramienta informática	Se valida la implementación de la propuesta mediante la aplicación de encuestas y uso de herramienta informática DALUX	24 ene 2024 al 28 ene 2024	Estudiante a cargo

Fuente. Elaboración propia, 2023.

Para el desarrollo de la propuesta, se utilizan las siguientes herramientas.

### **2.1.18 Encuesta**

La encuesta es una herramienta de recolección de datos, que es utilizada para un porcentaje significativo de estudios, investigaciones, proyectos y tesis, ya que permite la recolección y análisis cuantitativo de los datos.

El cuestionario, es un conjunto de preguntas de una o más variables a medir que permiten realizar encuestas de todo tipo y obtener un mayor entendimiento de la compañía, ya que permite realiza preguntas abiertas o cerradas. Se encuentra conformado por preguntas de carácter cerrado, que son aquellas que contienen opciones de respuestas previamente delimitadas. Resultan más fáciles de codificar y analizar (Mendoza, 2018, p.251).

Para fines de la validación de la propuesta, se estará presentando y analizando una encuesta con 6 preguntas cerradas, que permiten validar la viabilidad de la propuesta establecida.

## **CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL**

En el presente capítulo, se llevará a cabo una inmersión profunda en la realidad actual del proceso de control de calidad en la empresa, con el propósito de comprender su dinámica, identificar oportunidades de mejora, y abordar posibles desafíos. Este análisis se fundamenta en tres enfoques clave que proporcionarán una visión integral de la situación:

Primero, se procederá a definir con precisión el proceso actual de control de calidad mediante la construcción de un diagrama de flujo y un diagrama SIPOC. Estas herramientas visuales permitirán contextualizar cada etapa del proceso, desde la recepción de los materiales hasta la entrega final del proyecto a los clientes. Se explorarán las interrelaciones entre los diferentes componentes del proceso, destacando posibles oportunidades de mejora, así como identificando debilidades y amenazas que puedan afectar la calidad del producto final.

Seguidamente, se abordará la medición de los reprocesos a través del análisis de datos generados durante el estudio de no conformidades en el proceso de entrega del proyecto. Este enfoque cuantitativo nos permitirá identificar patrones y tendencias relacionados con las no conformidades, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas.

Finalmente, se emprenderá un análisis detallado de los reprocesos que provocan las no conformidades mediante la aplicación de un diagrama Ishikawa. Esta herramienta, también conocida como diagrama de espina de pescado, facilitará la contextualización de las causas fundamentales detrás de las no conformidades, proporcionando documentación valiosos para la formulación de estrategias correctivas. En conjunto, este capítulo tiene como objetivo sentar las bases para una comprensión completa de la situación actual del proceso de control de calidad en la empresa, con miras a establecer medidas concretas para la mejora continua y la excelencia en la entrega de proyectos a los clientes.

## **5.7. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En el marco de la ingeniería industrial, donde la optimización de procesos y la calidad son fundamentales, el presente proyecto se enfoca en el rediseño del proceso de control de calidad de una empresa constructora. Esta iniciativa surge en respuesta a la identificación de un problema crítico: la carencia de un proceso estandarizado y la falta de cumplimiento de los requerimientos establecidos por los clientes reflejados en no conformidades durante el proceso de entrega.

La presente sección constituye un análisis profundo del núcleo del proceso de control de calidad en el ámbito de la construcción. La construcción, por su naturaleza multidisciplinaria y compleja, exige una meticulosa evaluación de cada fase del control de calidad.

La finalidad de desarrollar un contexto de la situación actual es conocer las causas que provocan la problemática definida en el capítulo I, en la que se comenta sobre la necesidad de definir un proceso estandarizado que satisfaga las necesidades de los clientes. Por lo que resulta fundamental proporcionar una visión detallada y contextualizada de la situación actual, mediante el desarrollo de dos herramientas cruciales: el diagrama de flujo y el diagrama SIPOC.

En primer lugar, se abordará la estructuración de un diagrama SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) específico para el proceso de construcción. Esta herramienta proporcionará una perspectiva holística al mapear las relaciones entre proveedores, insumos, el proceso de control de calidad en sí mismo, los resultados obtenidos y, finalmente, los clientes. Al destacar las interdependencias entre estos elementos, el diagrama SIPOC revelará claramente cómo las decisiones y acciones en una fase del proceso afectan directamente la calidad final del producto entregado al cliente.

Posteriormente, se llevará a cabo la construcción de un diagrama de flujo que trazará visualmente la secuencia de actividades del proceso de control de calidad realizado actualmente por la empresa. Este análisis detallado permitirá visualizar con claridad las etapas críticas del proceso, identificando posibles puntos de intervención y mejoras. La representación gráfica del flujo proporcionará una comprensión completa de las interrelaciones entre cada paso, sentando así las bases para la optimización del control de calidad en cada fase de la construcción.

#### **4.1.1. Diagrama SIPOC**

En esta sección, se profundiza en la esencia del proceso de control de calidad en la construcción a través de una herramienta fundamental: el Diagrama SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer). El Diagrama SIPOC, reconocido por su capacidad para ofrecer una visión integral de los elementos clave del proceso, nos permitirá entender a fondo las dinámicas y relaciones que configuran el control de calidad en el ámbito de la construcción.

El proceso de construcción, intrínsecamente complejo y diversificado involucra una red de proveedores, insumos, actividades de control de calidad, resultados generados y, por último, los clientes. El Diagrama SIPOC, al proporcionar un marco estructurado, nos guiará a través de estas fases críticas, destacando la importancia de cada componente en la entrega de un producto final de calidad.

En la sección de proveedores, se explora la influencia de las fuentes de suministro de materiales y recursos, evaluando cómo estas contribuyen a la calidad de la construcción. La sección de insumos nos permitirá comprender qué elementos entran en el proceso de control de calidad y cómo afectan los resultados finales. Al abordar la sección de proceso, se sumerge en las

actividades específicas de control de calidad implementadas durante la construcción, identificando así áreas críticas y posibles puntos de mejora.

En la parte de resultados u outputs, se analizan detenidamente los productos generados por el proceso de control de calidad y cómo estos influyen en la satisfacción del cliente. Finalmente, la sección de clientes ayudará a comprender las expectativas y requisitos de quienes reciben el producto final, cerrando el ciclo del proceso.

A continuación, se presenta el resultado de la implementación del diagrama SIPOC. Se destaca que los proveedores permanecen anónimos ya que no se obtuvo permiso de la empresa para compartirlo.

**Figura 9. SIPOC**

<b>SIPOC</b>				
<b>Suppliers proveedores</b>	<b>Inputs entradas</b>	<b>Process Proceso</b>	<b>Outputs salidas</b>	<b>Customers clientes</b>
Empresas electromecánicas	Cables, estructuras e insumos electromecánicos	1- Se inicia con el trazo (marcar las zonas donde se levantará el edificio)	Se termina la edificación contratada según especificaciones solicitadas	Empresas de industria medica  Urbanismo  Oficentros
		2- Seguidamente se realiza las excavaciones para la colocación de acero y concreto		
Empresa del sector de metales y acero	Estructuras metálicas y de acero	3- Se instalan las estructuras metálicas que forman el armazón del edificio		
		4- Colocación de estructura de techos		
Empresas de concreto	Concreto	5- Instalación de paredes livianas y cielos		
		6- Instalaciones de facilidades eléctricas y mecánicas		
Empresas de paredes livianas	Gypzum	7- Instalación del sistema de aire acondicionado		
		8- Acabado de paredes, cielos y pisos		
Proveedores de acabao	Pintura, cerámica, lujado, etc	9- Instalación de muebles		

Fuente. Elaboración propia, 2024

El éxito del proceso de construcción se basa en una red diversa de proveedores. Empresas electromecánicas, proveedores del sector de metales y acero, empresas de concreto, empresas de paredes livianas, y proveedores de acabados contribuyen con insumos cruciales. Desde cables hasta estructuras metálicas, concreto, gypsum, y materiales de acabado, la calidad y variedad de estos insumos son esenciales para el resultado final. La coordinación y el mantenimiento de altos estándares de calidad entre estos proveedores son imperativos.

El proceso se inicia con el trazo del área del edificio, marcando el inicio de un proyecto que se desarrollará en diversas etapas clave. Desde las excavaciones y la colocación de acero y concreto, hasta la instalación de estructuras metálicas, techos, paredes livianas, y sistemas eléctricos y mecánicos, cada fase es crucial. La instalación del sistema de aire acondicionado y los toques finales, como el acabado de paredes y la instalación de muebles, aseguran un edificio completamente funcional y estéticamente agradable.

La culminación del proceso se traduce en la finalización de la edificación contratada, garantizando que cada aspecto se ajuste a las especificaciones y requisitos previamente acordados. La calidad, conformidad y funcionalidad del edificio son esenciales para crear un entorno óptimo y seguro para los clientes.

Tras realizar el análisis se destacan los siguientes puntos:

- La diversidad de proveedores brinda flexibilidad, pero la gestión eficiente es crucial para garantizar coherencia en la calidad de los insumos.
- La calidad del proceso de construcción está intrínsecamente ligada a la calidad de los insumos, y la precisión en cada etapa es fundamental.
- La satisfacción del cliente, en este caso, depende directamente de la calidad y conformidad del edificio construido.

#### **4.1.2. Diagrama de flujo del proceso de control de calidad**

La construcción demanda un riguroso proceso de control de calidad para garantizar la integridad estructural, funcionalidad y seguridad del edificio final. En esta sección, se explorará detalladamente el Diagrama de Flujo que ilustra las diversas etapas críticas de este proceso de control de calidad. Este diagrama no solo actúa como un mapa visual, sino que también se convierte en una herramienta esencial para comprender la secuencia precisa de actividades que aseguran la entrega de un edificio conforme a los estándares más exigentes.

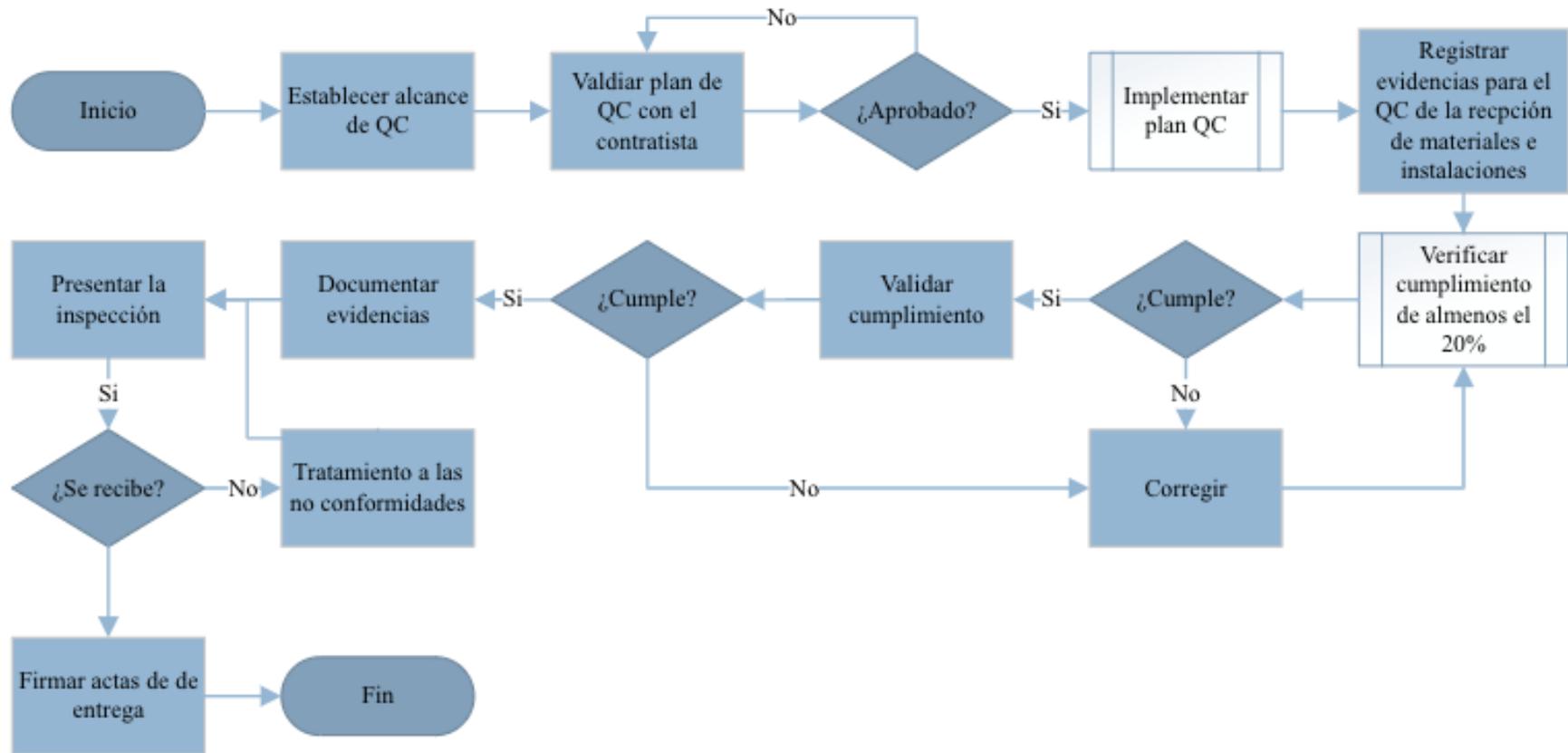
Desde el inicio con el trazo inicial del área hasta la instalación final de muebles, cada fase del proceso de construcción se detalla en el diagrama de flujo. Este análisis visual permitirá identificar puntos clave de intervención, inspección y garantía de calidad en cada etapa, destacando la importancia de la coordinación eficiente entre los equipos involucrados.

El diagrama de flujo será un recurso invaluable para el personal de control de calidad, proporcionándoles una guía clara para la ejecución de inspecciones y pruebas en momentos específicos del proceso. Además, facilitará la identificación temprana de posibles desviaciones, asegurando una respuesta proactiva para mantener los estándares de calidad deseados.

En resumen, este Diagrama de Flujo se erige como una herramienta esencial para la comprensión visual y la mejora continua del proceso de control de calidad en la construcción para la industria médica, estableciendo las bases para la entrega de proyectos de alta calidad y conformes a los requisitos específicos de los clientes.

A continuación, se presenta el resultado de la implementación de la herramienta

Figura 10. Diagrama de flujo



Fuente. Elaboración propia, 2024

El proceso de control de calidad en la construcción se articula de manera clara y estructurada a través de un Diagrama de Flujo que guía cada etapa del proyecto. Comienza con el establecimiento del Alcance del Control de Calidad (QC), donde se define de manera precisa para adaptarse a los requisitos únicos, asegurando una atención detallada a cada aspecto del proyecto.

La tarea 2 del proceso implica la validación del plan de Control de Calidad con el Contratista. Esta tarea asegura una comprensión y compromiso compartidos con los estándares de calidad establecidos. Luego, una revisión inicial actúa como filtro; si no se aprueba, se retrocede a la Tarea 2 para realizar ajustes, y si es aprobado, se avanza a la implementación del plan.

La implementación del plan de QC asegura que las acciones delineadas en el plan se ejecuten, aplicando medidas específicas para garantizar la calidad en cada fase del proyecto. Posteriormente, se registra evidencia para el QC de la Recepción de Materiales e Instalaciones. La documentación de evidencias destaca un control de calidad riguroso en la recepción de materiales e instalaciones, manteniendo un registro detallado.

A continuación, se verifica el cumplimiento de al menos el 20%. En caso de no alcanzar este margen, se procede a la Revisión 2; de lo contrario, se avanza con la validación del cumplimiento. La validación de las especificaciones es crucial; cualquier desviación se corrige en la Revisión 3 y, si cumple, se avanza a la presentación a la Inspección para Aceptación. En esta etapa, la construcción se somete a inspección para su aceptación oficial. Si no se recibe la aceptación, se abordan las no conformidades; si se recibe, se concluye el proceso con la formalización de la entrega mediante la firma de actas.

Este Diagrama de Flujo, al ser visual y detallado, proporciona una guía sólida para el control de calidad en la construcción. Las revisiones y validaciones incorporadas demuestran un compromiso continuo con la calidad, garantizando la entrega de un entorno seguro y funcional.

En el continuo esfuerzo por perfeccionar y elevar los estándares de calidad en la ejecución de proyectos, surge la necesidad crítica de examinar de cerca los posibles reprocesos que puedan incidir en el resultado final. Este objetivo se propone medir los reprocesos en el proceso de entrega final del proyecto a los clientes, a través del minucioso estudio de los datos generados.

El proceso de entrega final, que representa la culminación de esfuerzos y dedicación, requiere una evaluación precisa para identificar cualquier no conformidad que pueda surgir. Este análisis va más allá de la simple detección de errores; se centra en entender las razones subyacentes que podrían conducir a reprocesos y, en última instancia, afectar la satisfacción del cliente.

Durante el desarrollo de este objetivo, nos sumergiremos en la información generada a lo largo del proceso de entrega final, utilizando herramientas analíticas y técnicas específicas. Este enfoque proporcionará una visión clara de las áreas susceptibles a reprocesos, permitiendo la implementación de estrategias correctivas y preventivas para mejorar continuamente la calidad de nuestros proyectos.

En última instancia, la medición de los reprocesos no solo representa un indicador de la eficiencia del proceso de entrega, sino que también se convierte en una herramienta estratégica para potenciar la excelencia en la ejecución de proyectos, fortaleciendo la confianza del cliente y consolidando la posición de la organización en el mercado.

### **4.1.3. Diagrama de Pareto**

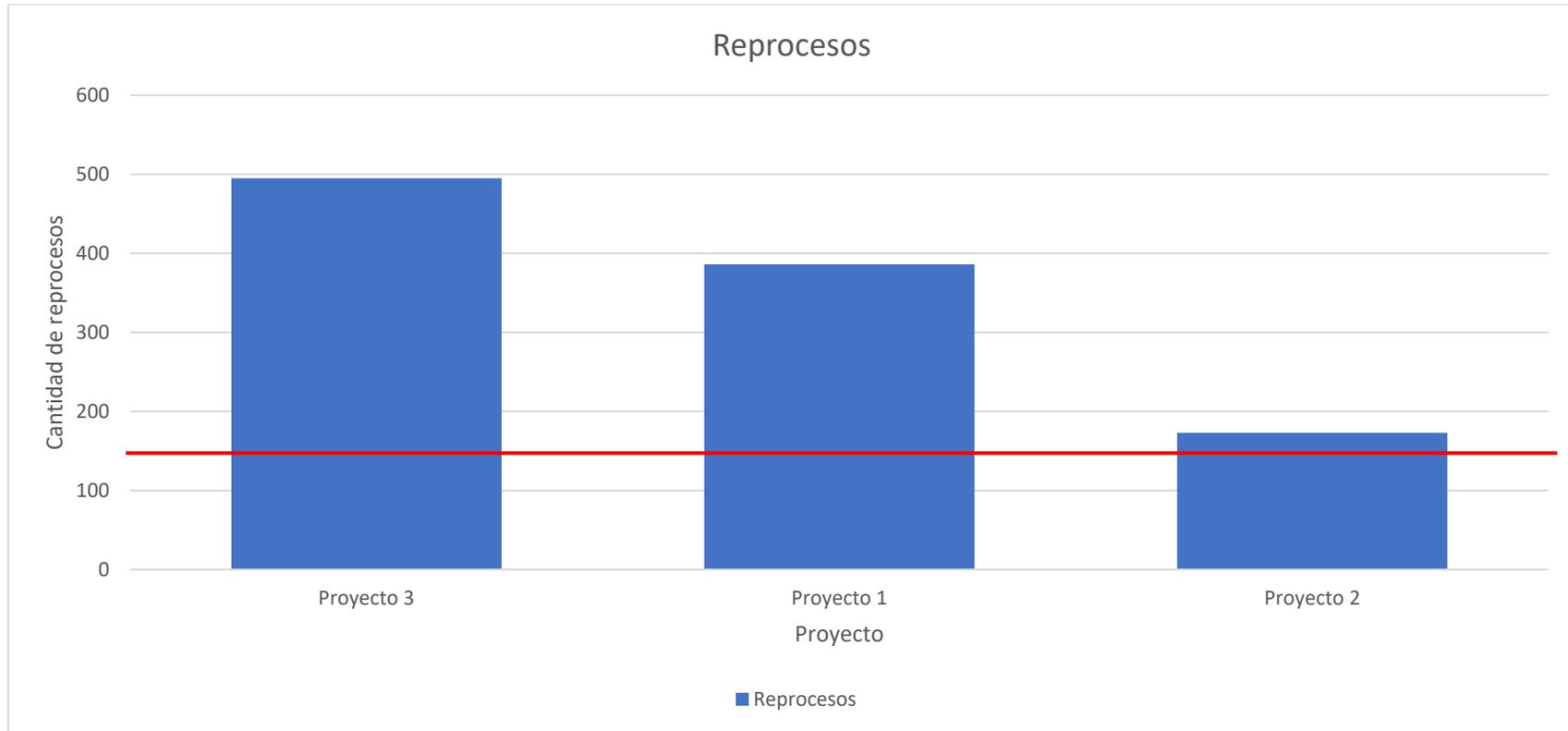
El Análisis Pareto es una herramienta de gestión que permite identificar y priorizar los factores más significativos que contribuyen a los reprocesos. En este contexto, se aplicará de manera estratégica para destacar las áreas críticas y los elementos que, en combinación, representan la mayoría de los inconvenientes experimentados en los proyectos recientes.

La utilización de esta herramienta proporcionará una visión visual y cuantitativa de los reprocesos, permitiendo la identificación de los elementos causales más preponderantes. Este enfoque basado en datos, esencial para la toma de decisiones informadas, orientará las acciones correctivas y preventivas hacia los aspectos más impactantes, optimizando así la eficiencia del proceso de entrega.

Al profundizar en el Análisis Pareto de los reprocesos, no solo se aborda la identificación de problemas, sino que se establece una base sólida para priorizar y dirigir recursos hacia soluciones efectivas. Este análisis se erige como una herramienta estratégica esencial para elevar la calidad y eficacia en la ejecución de proyectos, consolidando la reputación de la organización como líder en la entrega de proyectos de excelencia.

Para el abordaje de la herramienta, es oportuno medir mediante una gráfica de barras, los reprocesos que se han registrado para los últimos 3 proyectos de la empresa, a continuación se presentan los resultados.

**Figura 11.** *Grafica de reprocesos*



Fuente. Elaboración propia, 2024.

El examen detallado de los reprocesos en los tres proyectos proporciona una comprensión valiosa de las áreas críticas que requieren atención especial en cada ubicación específica. A continuación, se presenta una interpretación textual y en prosa de los resultados obtenidos, además se visualiza la diferencia entre la cantidad de no conformidades permitidas, que corresponde a 150 por proyecto, en comparación con la cantidad total obtenida.

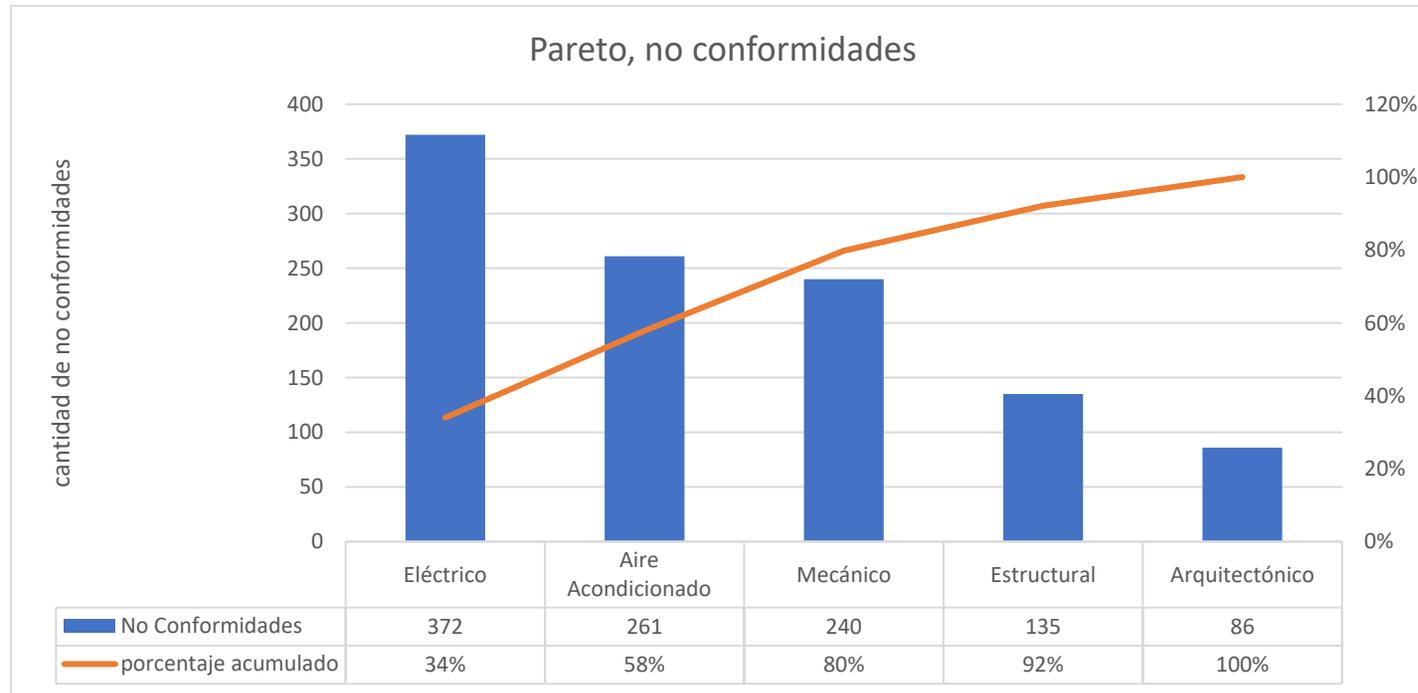
El primer proyecto, situado en Zona Franca Coyol y perteneciente a la industria médica, acumula un total de 386 con una duración de 11 meses. En el segundo proyecto, localizado en Escazú y designado como un Oficentro, se registran 173 reprocesos en total con una duración de 4 meses. El tercer proyecto, ubicado en Zona Franca La Lima y perteneciente a la industria médica, presenta el mayor total de reprocesos con un significativo número de 495 con una duración de 13 meses.

Este análisis meticuloso ofrece una visión integral de los desafíos particulares en cada proyecto, señalando áreas específicas que necesitan abordarse para mejorar la eficiencia y la calidad en futuras ejecuciones. Sin embargo, es importante contar con el detalle de las no conformidades por proyecto.

Por lo anterior se procede a realizar una clasificación de las no conformidades de acuerdo con las 5 categorías preestablecidas por la empresa; arquitectónico, estructural, eléctrico, mecánico y aire acondicionado. A continuación, se muestra un Pareto con los resultados por categoría

A continuación se presenta una figura que ilustra las principales no conformidades y líneas de falla reconocidas en los tres proyectos.

**Figura 12.** Pareto, principales no conformidades



Fuente. Elaboración propia, 2024

Tras analizar los resultados se destacan los siguientes aspectos; La categoría "Eléctrico" lidera con 372 no conformidades, lo que representa el 34% del total. Aunque es la categoría con el mayor número de no conformidades, su impacto en el porcentaje acumulado es relativamente bajo.

La categoría "Aire Acondicionado" sigue en importancia con 261 no conformidades, contribuyendo significativamente al porcentaje acumulado con un 58%. Esto indica que estas no conformidades tienen un peso significativo en la problemática general.

La categoría "Mecánico" se encuentra en el tercer lugar, con 240 no conformidades, pero tiene un porcentaje acumulado considerable del 80%. Esto sugiere que las no conformidades en esta área tienen un impacto sustancial en el conjunto de problemas identificados.

La categoría "Estructural" ocupa el cuarto lugar, con 135 no conformidades, y contribuye con un 92% al porcentaje acumulado. Aunque su número es menor en comparación con otras categorías, su impacto es crucial en términos de acumulación.

La categoría "Arquitectónico" cierra la lista con 86 no conformidades, representando el 100% del total acumulado. Aunque es la categoría con menos no conformidades, todas las identificadas pertenecen a esta categoría, lo que resalta su importancia.

En resumen, este análisis de Pareto proporciona una visión estructurada de las no conformidades, destacando las áreas críticas que requieren atención prioritaria para mejorar la calidad o eficiencia en el contexto específico de la construcción.

Es importante destacar que los contratistas desempeñan un papel fundamental al contribuir significativamente a diversos niveles, entre ellos el de instalaciones. En términos contractuales, se distinguen por tener los acuerdos monetarios más elevados, y durante el desarrollo de procesos constructivos, representan la fuerza laboral más numerosa.

Un análisis preliminar del proyecto actual, ubicado en la Zona Franca Evolution Grecia, revela la participación activa de 120 trabajadores. De este total, 87 pertenecen a dos empresas específicas: la empresa electromecánica y la dedicada a sistemas de aire acondicionado. Este dato subraya la importancia y presencia marcada de dichas empresas en el proceso constructivo.

Lo anterior es importante, ya que los contratistas no son empleados regulares de la compañía por lo que no cuentan con el mismo proceso de capacitación y experiencia que su contraparte.

#### **4.1.4. Diagrama FODA**

Con el fin de identificar las oportunidades de mejora en el proceso de control de la calidad, es esencial contar con herramientas efectivas que proporcionen una comprensión integral de los factores internos y externos que impactan en el proceso de entrega final de proyectos. En este contexto, se introduce la herramienta FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), una metodología analítica que permite evaluar de manera sistemática los elementos internos y externos que influyen en la eficiencia y calidad de la entrega final de proyectos constructivos.

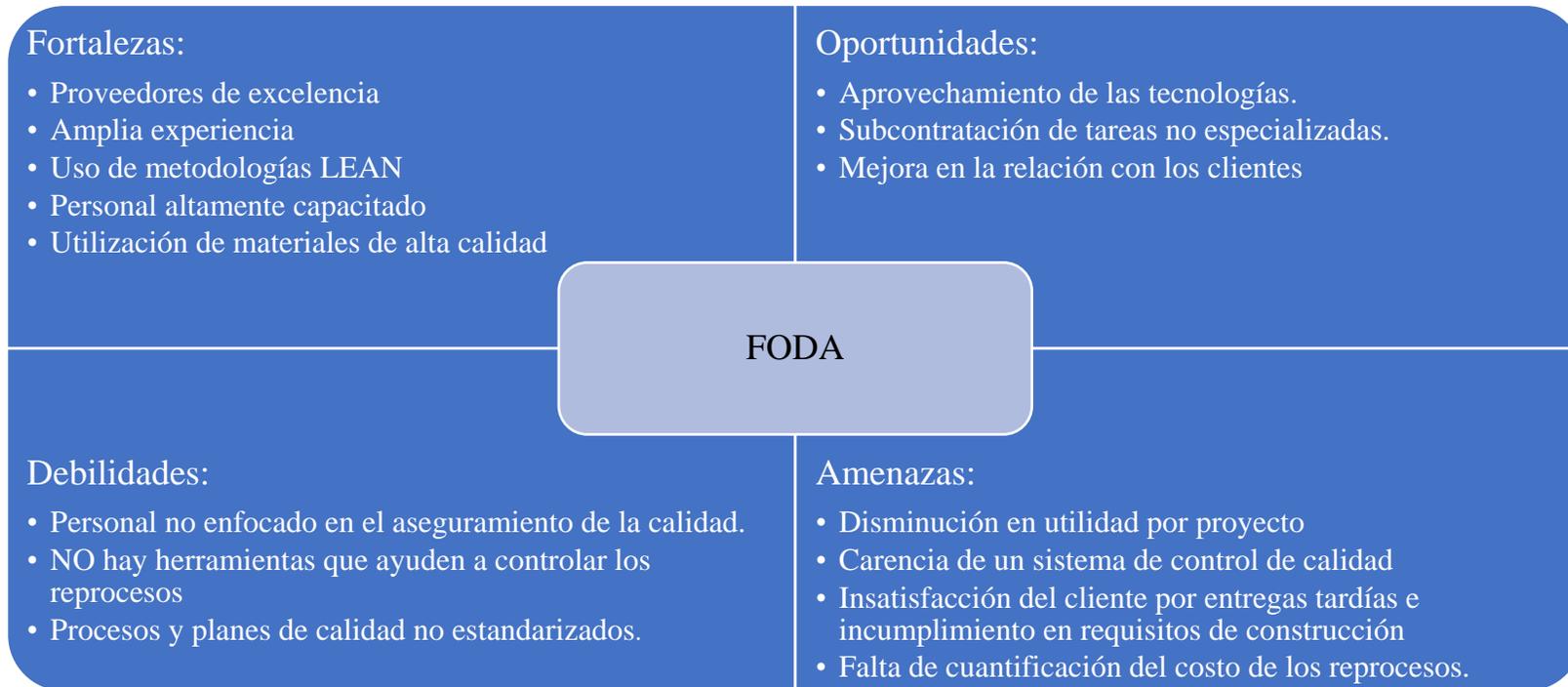
La herramienta FODA es un instrumento estratégico que aborda tanto las fortalezas y debilidades internas de la organización como las oportunidades y amenazas externas que pueden afectar la consecución exitosa de proyectos. En el ámbito de la medición de reprocesos, el

FODA se presenta como una herramienta clave para identificar y analizar las no conformidades que emergen en la etapa crucial de entrega final a los clientes.

Esta metodología brinda una visión holística de los aspectos críticos del proceso, permitiendo a los responsables de calidad y gestión obtener una comprensión profunda de los puntos fuertes y débiles internos, así como de las oportunidades y amenazas externas que inciden en el rendimiento general. Con un enfoque proactivo, la herramienta FODA se convierte en un aliado estratégico para anticipar posibles desafíos y capitalizar oportunidades que mejoren la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

A continuación se presenta una figura que ilustra el desarrollo de la herramienta.

**Figura 13.** FODA



Fuente. Elaboración propia, 2024.

La empresa presenta varias fortalezas significativas en su proceso constructivo. Destaca el riguroso proceso de calificación de proveedores que garantiza la colaboración con socios confiables y reconocidos a nivel nacional. Con más de 35 años en la industria, la empresa cuenta con una vasta experiencia en la realización de proyectos que contribuyen al desarrollo del país, especialmente al trabajar con empresas transnacionales.

La adopción de metodologías LEAN, la aplicación de tecnologías para la construcción virtual y la inversión en la capacitación continua del personal demuestran una sólida base operativa. Asimismo, la preferencia por materiales de alta calidad refuerza el compromiso con estándares elevados en el mercado de la construcción.

Entre las principales oportunidades de la empresa se identifica el aprovechamiento de tecnologías para la construcción virtual permite la optimización de materiales y el diseño preciso, lo que contribuye a la eficiencia y economía en los proyectos. Además de la subcontratación de ciertos trabajos asegura la continuidad de la construcción, ya que los proveedores gestionan la búsqueda de mano de obra, aliviando así preocupaciones logísticas y sociales. La construcción de relaciones a largo plazo con clientes transnacionales ofrece oportunidades de expansión y estabilidad en el mercado.

Se identifican debilidades en el enfoque del personal en la producción, a veces pasando por alto detalles críticos que pueden complicar la entrega final y dar lugar a reprocesos. La falta de herramientas para controlar estos reprocesos es una limitación clave. La ausencia de planes de calidad claros y documentados, así como la falta de parámetros específicos en los puntos de control, destaca áreas donde la mejora es necesaria.

En cuanto a las amenazas se identifica la falta de medición de reprocesos podría resultar en una disminución de utilidades por proyecto. La repetición de errores sin un sistema de control de calidad estructurado y la falta de análisis y comunicación a nivel corporativo representan amenazas para la eficiencia y la calidad. La insatisfacción del cliente debido a entregas tardías y incumplimientos en requisitos de construcción podría afectar la reputación de la empresa y generar pérdida de negocios. La falta de cuantificación del costo de los reprocesos es una amenaza financiera potencial.

En conclusión, la empresa de construcción de edificaciones exhibe notables fortalezas arraigadas en las sólidas relaciones con proveedores y una extensa trayectoria en la industria. Las oportunidades identificadas, derivadas del uso de tecnologías innovadoras y asociaciones a largo plazo con clientes transnacionales, ofrecen un camino claro para la mejora continua y la expansión. No obstante, las debilidades vinculadas al enfoque del personal en la producción y la carencia de herramientas de control de calidad son aspectos críticos que demandan atención.

El análisis de las amenazas revela la importancia de abordar de manera urgente la falta de cuantificación de los costos de los reprocesos, así como implementar un proceso de control de calidad más estructurado. La gestión eficiente de estas amenazas se convierte en imperativa para salvaguardar la reputación y mantener la satisfacción del cliente.

## **5.8. ESTUDIO DE LAS NO CONFORMIDADES**

La presente sección, tiene como objetivo principal; realizar un análisis exhaustivo de los reprocesos que generan no conformidades en el actual proceso de control de calidad. Para alcanzar este propósito, se empleará la herramienta del diagrama Ishikawa, conocida por su capacidad para identificar y visualizar las posibles causas que contribuyen a las no conformidades.

Adicionalmente, se utilizará una matriz multicriterio como instrumento de apoyo en la priorización de las oportunidades de mejora identificadas. Este enfoque metodológico permite evaluar de manera sistemática y objetiva las distintas causas identificadas en el diagrama Ishikawa, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en el proceso de rediseño.

En este subcapítulo, se abordará de manera detallada el análisis de los reprocesos, destacando la importancia de comprender las raíces de las no conformidades para proponer soluciones efectivas y centradas en la mejora continua del proceso de control de calidad de la empresa constructora.

#### **4.1.5. Diagrama Ishikawa**

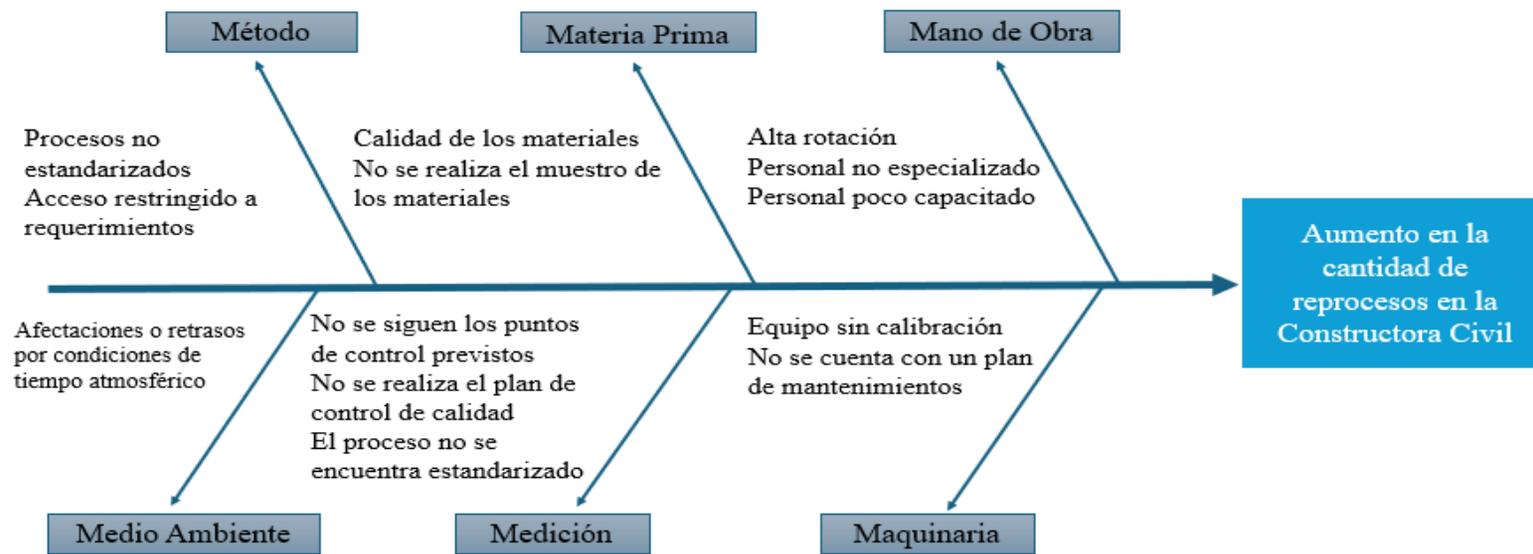
El siguiente apartado desarrolla la aplicación del Diagrama Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto, como una herramienta esencial para desentrañar las complejidades del proceso de control de calidad en la empresa constructora. En este contexto, el enfoque central radica en identificar las causas fundamentales que subyacen en los problemas y no conformidades observadas.

El propósito primordial del Diagrama Ishikawa es proporcionar una visualización clara y estructurada de las posibles causas detrás de las no conformidades identificadas en el proceso de control de calidad. Cada espina del diagrama representa una de las 6M de la calidad: Mano de obra, Método, Máquina, Material, Medio ambiente y Medición. Al desglosar el análisis en estos componentes, se busca una comprensión más profunda y holística de las fuentes potenciales de problemas.

La aplicación de esta herramienta permite una exploración sistemática de cada uno de los factores que contribuyen a las no conformidades, brindando una perspectiva integral que abarca desde la mano de obra hasta los elementos ambientales y de medición. Este enfoque meticuloso se alinea con el objetivo general del subcapítulo, que es analizar los reprocesos y contextualizar las causas subyacentes para posteriormente priorizar las oportunidades de mejora.

A continuación, se presenta el abordaje de la herramienta;

Figura 14. Diagrama ishikawa



Fuente. Elaboración propia, 2024.

Al realizar un análisis exhaustivo del proceso actual, se identifican causas para cada una de las 6M de la calidad.

En la categoría de Método, se identifican aspectos cruciales que contribuyen a las no conformidades en el proceso de control de calidad. La ausencia de procesos estandarizados y la carencia de guías claras para observar los requerimientos generan incertidumbre y posibilitan la aparición de problemas durante la ejecución del proyecto.

El uso de materiales de alta calidad y que cumplen con las especificaciones del cliente y las normas nacionales e internacionales se presenta como una oportunidad. Además, la falta de control sobre la materia prima introduce una variable de riesgo que podría comprometer la calidad del resultado final.

En el componente de Mano de Obra, se observan desafíos asociados a la alta rotación de personal de ejecución. La falta de capacitación en procesos productivos y, específicamente, en temas de calidad, agrava la situación. Además, la revisión de la calidad por parte del mismo ingeniero civil ejecutor podría generar sesgos y limitar la objetividad en la evaluación.

Las condiciones ambientales, como la velocidad del viento y las restricciones durante las lluvias, emergen como factores que afectan directamente la ejecución del proyecto. La falta de protocolos para abordar estas situaciones específicas puede generar complicaciones adicionales y afectar la eficiencia del trabajo.

En cuanto a Medición, la falta de cumplimiento de los puntos de control establecidos y la ausencia de personal dedicado al control de calidad son elementos críticos. La carencia de

realizar el plan de control de calidad escrito y su divulgación deja sin fiscalización a los proveedores principales y debilitan la confiabilidad del proceso de medición.

La falta de calibraciones en equipos de pruebas y la ausencia de mantenimientos periódicos a los equipos de medición son hallazgos significativos en la categoría de Maquinaria. Estas deficiencias pueden comprometer la precisión de las mediciones y, en última instancia, impactar negativamente en la calidad del proyecto.

En conjunto, este análisis del Diagrama Ishikawa ofrece una visión detallada de las diversas causas que contribuyen a las no conformidades en el proceso de control de calidad de la empresa constructora. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para la priorización de oportunidades de mejora en el siguiente paso del estudio.

#### **4.1.6. Matriz multicriterio**

La presente fase del estudio se centra en la crucial tarea de priorizar las oportunidades de mejora identificadas previamente en el proceso de control de calidad de la empresa constructora. Después de un análisis detallado utilizando el Diagrama Ishikawa, se hace evidente la necesidad de establecer un enfoque estratégico para abordar las áreas críticas y generar mejoras efectivas.

La herramienta seleccionada para llevar a cabo esta priorización es la Matriz Multicriterio, una herramienta que permite evaluar de manera sistemática y equitativa diversos factores relevantes. A través de esta matriz, se asignarán ponderaciones a las oportunidades de mejora identificadas, considerando criterios clave y facilitando la toma de decisiones informada.

El objetivo central de esta sección es proporcionar una estructura objetiva para determinar qué oportunidades de mejora deben abordarse prioritariamente, considerando la magnitud de su impacto y su relevancia en el contexto general del proceso de control de calidad. Este enfoque estratégico busca maximizar los beneficios derivados de las mejoras implementadas, promoviendo así un avance efectivo hacia la optimización del sistema.

Con el uso de la Matriz Multicriterio, se busca ofrecer una visión clara y ordenada de las prioridades, lo que permitirá a la empresa constructora tomar decisiones fundamentadas para mejorar su proceso de control de calidad y, por ende, elevar la calidad general de sus proyectos constructivos.

Para su abordaje se consideraron los siguientes aspectos y peso ponderado:

- Relación con la carrera de ingeniería industrial 30%
- Adecuación al alcance 30%
- Relación con la problemática inicial 25%
- Interés de la contraparte 15%

Además, se utiliza para la evaluación la siguiente escala:

- 2 es totalmente factible: aplica para los casos en los que tiene una relación estrecha con la carrera, se adecua al alcance, responde a la problemática inicial o cuenta con total interés de la contraparte
- 1 medianamente factible: aplica en los casos en los que no se cumple totalmente con el aspecto evaluado, pero aun así es posible su desarrollo
- 0 no factible: aplica cuando no es factible el desarrollo de la propuesta

Para la selección de las oportunidades a desarrollar en el capítulo 6, se considera lo siguiente de acuerdo con el puntaje final obtenido:

- Categoría verde de 90 % a 100 %: Se aborda como parte de la propuesta
- Categoría amarilla de 70% a 89%: Se aborda parcialmente como parte de la propuesta.
- Categoría naranja de 50% a 69%: Se considera para el desarrollo de la propuesta
- Categoría roja menor a 49%: No se considera para la propuesta

En cuanto a las causas se consideran las expuestas en el diagrama Ishikawa con anterioridad.

A continuación, se proporciona una explicación de cada causa.

1. Procesos no estandarizados: Este factor puede tener un impacto significativo en la calidad del producto final, ya que la falta de estandarización puede conducir a inconsistencias en la ejecución del proceso.

2. Acceso restringido a los requerimientos: La falta de acceso e información clara de los requerimientos puede dar lugar a malentendidos y expectativas no cumplidas por parte del cliente, lo que afecta la calidad del producto.

3. Calidad de los materiales: La calidad de los materiales utilizados en la construcción influye directamente en la calidad del producto final.

4. No se realiza el muestreo de calidad: La ausencia de un proceso de muestreo de calidad dificulta la detección temprana de defectos y errores.

5. Alta rotación: La alta rotación de personal puede afectar la estabilidad y la consistencia en la ejecución del proceso.

6. Personal no especializado: La falta de personal especializado puede resultar en errores y deficiencias en la ejecución del proceso.
7. Personal poco capacitado: La falta de capacitación adecuada puede afectar negativamente la calidad del trabajo realizado.
8. Afectaciones o retrasos con tiempo atmosférico: Los retrasos causados por condiciones climáticas adversas pueden impactar en el cumplimiento de los plazos y la calidad del trabajo.
9. No se siguen los puntos de control previstos: La falta de seguimiento de los puntos de control puede resultar en la omisión de pasos críticos del proceso.
10. No se realiza el plan de control de calidad: La ausencia de un plan de control de calidad estructurado puede dar lugar a una gestión inadecuada de la calidad del proyecto.
11. El proceso no se encuentra estandarizado: Falta de uniformidad o consistencia en la ejecución de los procedimientos dentro del proceso de construcción
12. Equipo sin calibración: La falta de calibración del equipo puede conducir a mediciones inexactas y errores en el proceso.
13. No se cuenta con plan de mantenimiento: La falta de un plan de mantenimiento adecuado puede afectar la fiabilidad y el rendimiento del equipo utilizado en el proceso. .

A continuación, se presenta el resultado del abordaje de la priorización

**Figura 15. Matriz Multicriterio**

Causa	Aspecto evaluable				Calificación	Clasificación
	Relación con la carrera	Adecuación al alcance	Relación con la problemática inicial	Interes de la contraparte		
	35%	30%	25%	10%		
Procesos no estandarizados	2	2	2	2	100%	Se aborda como parte de la propuesta
Acceso restringido a requerimientos	2	2	2	2	100%	Se aborda como parte de la propuesta
Calidad de los materiales	2	2	1	1	83%	Se aborda parcialmente como parte de la propuesta
No se realiza el muestreo de calidad	2	2	1	2	88%	Se aborda parcialmente como parte de la propuesta
Alta rotación	1	1	1	0	45%	No se aborda como parte de la propuesta
Personal no especializado	0	0	1	0	13%	No se aborda como parte de la propuesta
Personal poco capacitado	1	1	1	0	45%	No se aborda como parte de la propuesta
Afectaciones o retrasos por condiciones de tiempo atmosferico	0	0	0	0	0%	No se aborda como parte de la propuesta
No se siguen los puntos de control previstos	2	2	2	2	100%	Se aborda como parte de la propuesta
No se realiza el plan de control de calidad	2	2	2	1	95%	Se aborda como parte de la propuesta
El proceso no se encuentra estandarizado	2	2	2	1	95%	Se aborda como parte de la propuesta
Equipo sin calibración	1	1	1	0	45%	No se aborda como parte de la propuesta
No se cuenta con plan de mantenimiento	1	1	1	0	45%	No se aborda como parte de la propuesta

Fuente. Elaboración propia, 2024

En la Matriz Multicriterio anterior se muestra en las columnas los aspectos ponderados y en las filas los valores de la escala, de acuerdo con la escala de 0 a 2, 0 no representa ningún valor sobre el ponderado de la columna 0%, 1 representa el 50% del valor del ponderado de la columna y 2 representa el 100% del ponderado de la columna. Seguidamente se suman las filas de acuerdo con el valor resultante entre el ponderado y la escala, la suma se coloca en la última columna de calificación y se le asigna un color de acuerdo con la categoría indicada anteriormente.

De acuerdo con la evaluación previa, se prioriza abordar en la propuesta las causas de mejora de;

- Procesos no estandarizados
- Acceso restringido a requerimientos
- No se siguen los puntos de control previstos
- No se realiza el plan de control de calidad
- El proceso no se encuentra estandarizado

Además, se considerarán los siguientes aspectos

- Calidad de los materiales
- No se realiza con un muestreo de calidad

# **CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION**

En este capítulo se desarrolla la propuesta del proceso de mejora, de Constructora Proycon S.A. Posterior al estudio de la problemática y sus causas reflejadas en el proceso de control de calidad.

En el capítulo anterior, se desarrolla un estudio de la situación actual con el fin de conocer las oportunidades de mejora para solventar la problemática expuesta al inicio del proyecto, identificando que la falta de estandarización de los procesos, acceso restringido a requerimientos y la falta de seguimiento en los puntos de control, han sido los principales aspectos que intervienen en la problemática. Esto ha provocado retrasos, costos adicionales y clientes insatisfechos.

Este capítulo, se centra en proponer una solución que aborde esas causas y se refleje en la solución de la problemática. El objetivo principal reducir los reprocesos mediante el rediseño del proceso de control de calidad, que permita la obtención y análisis de datos.

Con esta implementación, se busca que los procesos se encuentren estandarizados y claros. Además asignar responsabilidades de manera más clara, utilizando herramientas prácticas como diagramas de flujo, matrices RACI, un manual del procedimiento, listas de chequeo y un folleto explicativo que detalla cómo utilizar la nueva plataforma y el proceso mejorado.

De acuerdo con las 5 causas mencionadas al final del capítulo anterior: 1- procesos no estandarizados, 2-acceso restringido a los requerimientos, 3- no se siguen los puntos de control previstos, 4- no se realiza el plan de control de calidad y 5- el proceso no se encuentra estandarizado, para desarrollar las propuestas de mejora con base a la investigación del proyecto

se unifican las causas 1,2 y 5, siendo las causas 1 y 5 iguales y la causa 2 de acceso restringido a los requerimientos son parte de la estandarización del proceso que se quiere mejorar.

A continuación, se presenta un resumen de las propuestas.

**Figura 16.** *Resumen de propuestas*

<b>Número</b>	<b>Causa</b>	<b>Propuesta</b>
1	Procesos no estandarizados	Rediseñar el proceso de control de calidad en la construcción con herramientas de ingeniería que permitan estandarizar los procesos. Se elabora un manual de procedimiento (DALUX, diagrama de flujo y Matriz RACI).
	Acceso restringido a la información	
2	No se siguen los puntos de control previstos	Implementación de una plataforma digital que incorpore los puntos de control. (DALUX)
3	No se realiza el plan de control de calidad	Controlar la estandarización del nuevo proceso para garantizar el cumplimiento del plan de calidad. (DALUX, brochure, listas de chequeo).

Fuente. Elaboración propia, 2024

### **5.1. Propuesta de mejora**

En la sección 5.1, se presenta una mejora integral en el proceso de control de calidad de Constructora Proycon S.A., la cual se fundamenta en la implementación de la plataforma digital DALUX. Esta herramienta se ha seleccionado cuidadosamente debido a su capacidad para optimizar la gestión de proyectos de construcción, ofreciendo una serie de funcionalidades clave que son fundamentales para garantizar la eficiencia y la efectividad en el control de calidad.

En primer lugar, se describe en detalle cómo se ha utilizado DALUX para rediseñar el flujo del proceso de control de calidad. Este rediseño se presenta de manera visual mediante un diagrama de flujo, el cual ilustra de manera clara y concisa los pasos necesarios para llevar a cabo una revisión de calidad efectiva, desde la recepción de materiales hasta la entrega final del proyecto.

Posteriormente, se explica cómo se ha implementado una matriz RACI para asignar roles y responsabilidades dentro del proceso. Esta matriz identifica claramente quién es responsable, quién es el que aprueba, quién debe ser consultado y quién debe ser informado en cada etapa del proceso de control de calidad, lo que contribuye a una mayor claridad y transparencia en la asignación de tareas.

Seguidamente, se detalla la creación de una lista de chequeo personalizada para asegurar que se lleven a cabo todos los controles de calidad necesarios en cada etapa del proyecto. Esta lista de chequeo sirve como una guía paso a paso para los miembros del equipo, ayudándoles a realizar inspecciones exhaustivas y a identificar posibles problemas de manera temprana la cual esta digitalizada en la plataforma Dalux.

Por último, se presenta un brochure diseñado específicamente para proporcionar instrucciones detalladas sobre el uso de la herramienta DALUX y el nuevo proceso de control de calidad. Este brochure se ha desarrollado con el objetivo de asegurar una correcta implementación y adopción por parte de todos los miembros del equipo, proporcionando una referencia práctica y fácil de entender.

### **5.1.2 Rediseño del proceso de control de calidad**

En esta sección, se presenta de manera visual la mejora en el rediseño del proceso de control de calidad de Constructora Proycon S.A. Enfocándose en dos aspectos cruciales: la visualización clara del flujo del proceso a través de un diagrama de flujo y la asignación precisa de roles y responsabilidades mediante una matriz RACI.

El diagrama de flujo es una herramienta esencial que permite representar de manera visual y comprensible cada paso del proceso de control de calidad, desde la recepción de materiales hasta la entrega final del proyecto. Este diagrama brinda una visión completa y detallada de cómo se lleva a cabo el proceso, identificando claramente las etapas, las actividades y las posibles ramificaciones que pueden surgir durante la ejecución.

Por otro lado, la matriz RACI es una herramienta de gestión de roles y responsabilidades que ayuda a clarificar quién es responsable, quién debe ser consultado, quién debe aprobar y quién debe ser informado en cada etapa del proceso. Esta matriz permite asignar roles de manera clara y precisa, asegurando que cada miembro del equipo conozca sus responsabilidades y contribuya de manera efectiva al proceso de control de calidad.

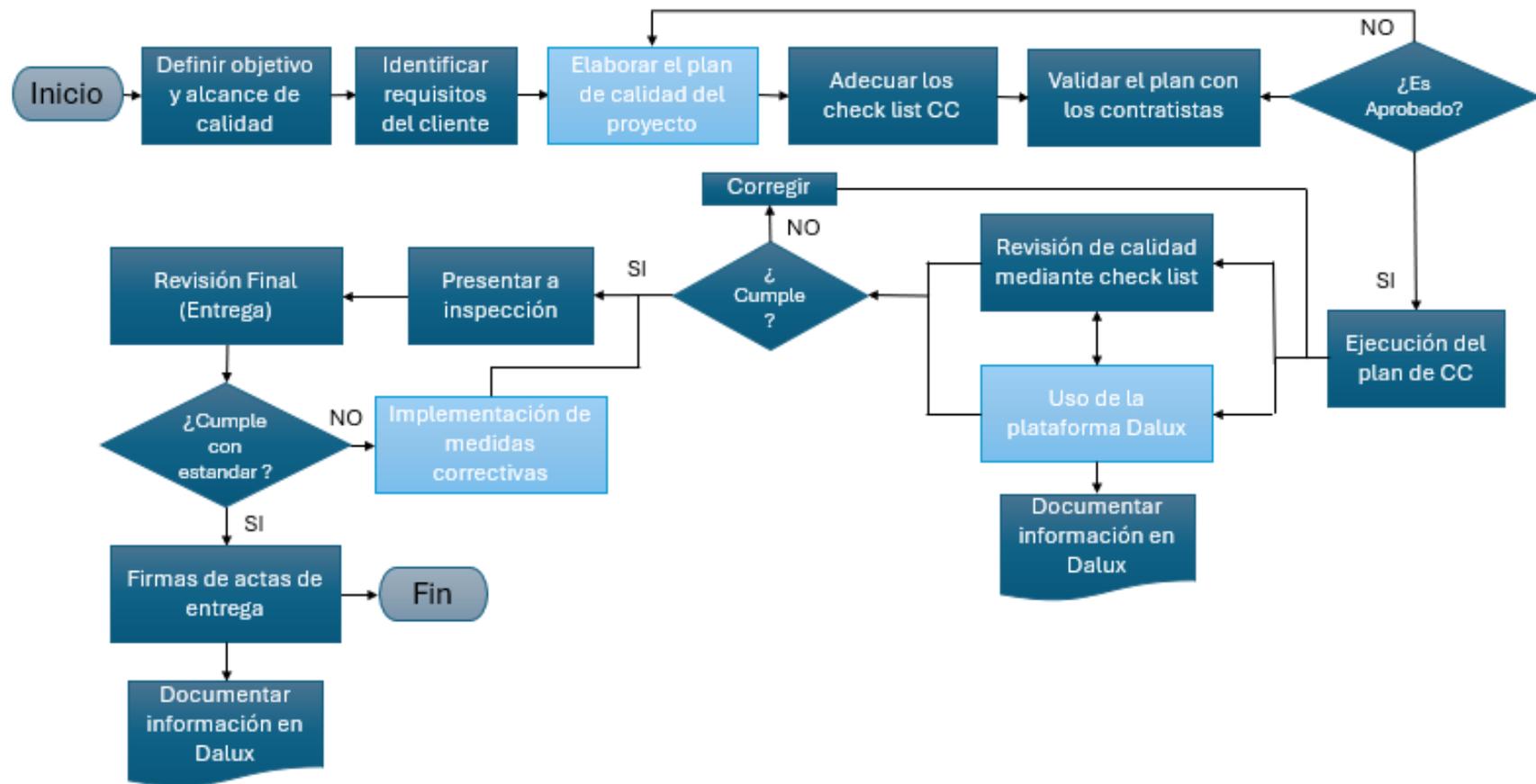
En conjunto, el diagrama de flujo y la matriz RACI proporcionan una base sólida para mejorar la transparencia, la eficiencia y la efectividad en el proceso de control de calidad de Constructora Proycon S.A. Estas herramientas ayudarán a visualizar y gestionar el flujo del proceso de manera más efectiva, garantizando que cada paso se lleve a cabo de manera coordinada y que se cumplan los estándares de calidad establecidos.

A continuación, se presenta la herramienta del diagrama de flujo como parte fundamental de la mejora del proceso de control de calidad de Constructora Proycon S.A.

Su objetivo es proporcionar una visión clara y detallada de cómo se ejecuta el proceso de control de calidad, identificando las etapas, las actividades y las posibles ramificaciones que pueden surgir durante su desarrollo. Mediante este diagrama, se busca facilitar la comprensión y gestión del flujo de trabajo.

Con la finalidad de entregar el detalle del nuevo proceso a la empresa y asegurar su entendimiento, se destaca que en el ANEXO 1. Manual de procesos, se presenta el detalle completo de la propuesta.

Figura 17. Flujo con propuesta



Fuente. Elaboración propia, 2024

El nuevo flujo del proceso de control de calidad en la construcción comienza definiendo objetivos y alcance del plan de calidad específicos para el proyecto. Seguidamente se realiza la identificación de requisitos del cliente los cuales varían entre uno y otro.

Una vez definidos los objetivos, alcances y requisitos, se procede a completar el plan de control de calidad. Para estandarizar el proceso se crea y establece un procedimiento para la elaboración de este plan de calidad, adjunto en Anexos.

Este plan incluye la adaptación de las listas de chequeo de control de calidad, asegurando que cada punto de verificación esté alineado con los requisitos del cliente y los estándares de calidad.

Después de elaborar el plan, se procede a revisarlo por todas las partes interesadas, lo que incluye a los equipos de proyecto, supervisores, y otros involucrados relevantes con los contratistas ejecutores. Se toma una decisión sobre si el plan es aprobado o no. En caso afirmativo, se continúa con la ejecución de las actividades de control de calidad en cada etapa del proyecto.

Durante la ejecución, se utiliza el checklist en Dalux para verificar el cumplimiento de los estándares establecidos. Si no se cumplen todos los criterios, se procede a corregir la no conformidad y se revisa nuevamente hasta que cumpla con las especificaciones. Se documenta el proceso detallado de las listas de chequeo, actividades y resultados en la herramienta DALUX.

La inspección debe verificar y confirmar que se cumplen los requisitos del cliente, para que en conjunto puedan recibir la edificación, si en ambos procesos de revisión se detecta una NC por alguna de las partes, inician un proceso de corrección sometiéndose a aprobación nuevamente,

esto para finalizar la entrega firmando las actas por parte del cliente, debidamente registradas en DALUX.

En el contexto del proceso de control de calidad en la construcción, es fundamental establecer roles y responsabilidades claras para garantizar una ejecución efectiva y eficiente de las actividades. A continuación, se presenta la Matriz RACI, una herramienta de gestión de proyectos que asigna roles y responsabilidades a los participantes clave en cada tarea y subproceso del proceso de control de calidad.

La Matriz RACI es un acrónimo de responsable, Aprobador, Consultado e Informado, y proporciona una estructura organizativa para definir quién es responsable de qué en cada etapa del proceso. A través de esta matriz, se clarificará el rol de cada individuo o grupo, asegurando una coordinación efectiva y una toma de decisiones ágil.

El objetivo de esta sección es proporcionar una guía clara sobre quién debe hacer qué en cada actividad del proceso de control de calidad, facilitando así una implementación exitosa y una mejora continua en la calidad del proyecto de construcción. A continuación, se presenta su desarrollo.

.

**Figura 18. Matriz RACI**

Actividad	Personal involucrado					
	Equipo de gestión de calidad	Gerencia de Proyecto	Ingenieros de ejecución	Contratistas	Cientes	Diseño
Definir objetivos y alcance de calidad	R	A		C	A	C
Identificar requisitos del cliente	R	A		C	A	C
Elaborar el plan de calidad del proyecto	R	A	C	C		C
Adequar los checklist	R		C	I		A
Validar el plan con los contratistas	R	A		C		
Ejecutar el plan de calidad	R	A	A	I		R
Revisión de calidad mediante el uso de checklist en la herramienta Dalux (Documentado)	R		C	C	C	C
Presentar a inspección y clientes para revisión final	I	R	A		A	C
Firmas de actas de entrega documentadas	I	R	I	C	A	

R	Responsable
A	Aprobador
C	Consultado
I	Informado

Fuente. Elaboración propia, 2024

En el análisis de la Matriz RACI para el proceso de control de calidad en la construcción, se identifican claramente los roles y responsabilidades de cada individuo o grupo en cada tarea y subproceso.

En la tarea 1, donde se define objetivos y alcance de calidad, el equipo de gestión de calidad es responsable de liderar este proceso, con los ingenieros de ejecución y los clientes como aprobadores y el equipo de diseño y contratistas como consultados.

Para la tarea 2, que implica identificar los requisitos del cliente, el equipo de gestión de calidad también lidera, con los clientes como aprobadores, y el equipo de contratistas y diseño como consultados.

En la tarea 3, la elaboración del plan de calidad, el equipo de gestión de calidad asume la responsabilidad principal, con la gerencia del proyecto como aprobadores, y el equipo de ingenieros de ejecución, contratistas y los diseño como consultados.

En la tarea 4, donde se adecua el checklist de control de calidad a los requerimientos del cliente, el equipo de gestión de calidad asume la responsabilidad y diseño la aprobación, consultando a los ingenieros de ejecución e informando a los contratistas.

En la tarea 5, la validación del plan con los contratistas es liderada por el equipo de gestión de calidad, el contratista es consultado y la gerencia del proyecto aprueba.

Este análisis detallado de la Matriz RACI proporciona una guía clara sobre quién es responsable de qué en cada etapa del proceso de control de calidad en la construcción, asegurando así una distribución eficiente de roles y una ejecución efectiva de las actividades.

### **5.1.2 Plataforma digital DALUX**

Posterior al análisis de la situación actual se determina la necesidad de utilizar soluciones innovadoras para mejorar su proceso de control de calidad en la construcción.

Dalux es una aplicación que permite a los equipos de obra y específicamente al departamento BIM por sus siglas en inglés (Building Information Modelling), colaborar en tiempo real, mejorar la eficiencia de las comunicaciones y la calidad del trabajo realizado por todo el equipo involucrado. Con el visor de modelos 3D los usuarios pueden capturar, compartir, revisar, comparar información relevante de la Obra. Además, Dalux cumple con la norma internacional (ISO 19650) de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación BIM.

En Constructora Proycon actualmente se utiliza el software para la construcción virtual de todos los proyectos de la compañía, la aplicación fue descubierta e incorporada por el Director de Proyectos Oscar Navarro, hace aproximadamente 5 años, quien en su afán por construir de manera más eficaz y eficiente, sobresalir y dar un valor agregado a los clientes, ha investigado aplicaciones y metodologías ágiles que pueda adaptar, entre ellas PROCORE, Last Planner System, 5S y Dalux.

En este contexto y manteniendo sesiones directamente con el desarrollador del software y el departamento BIM de Proycon se ha descubierto que la plataforma DALUX dentro de toda su funcionalidad cuenta con una herramienta diseñada específicamente para optimizar el control de calidad, el utilizar esta sección específica no tiene costo adicional, ya que la licencia que actualmente posee la compañía viene incorporado.

DALUX ofrece una gama de funcionalidades que pueden ser de gran utilidad para la empresa en la mejora de su proceso de control de calidad. Entre estas funcionalidades se incluye la estandarización de procesos, lo cual es fundamental para asegurar la coherencia y eficacia en la ejecución de las revisiones de calidad. La plataforma permite definir y documentar en detalle los pasos necesarios para llevar a cabo una revisión de calidad, asegurando que todos los miembros del equipo estén alineados en cuanto a los procedimientos a seguir.

Además, DALUX facilita la asignación de responsabilidades al permitir que diferentes miembros del equipo accedan y actualicen la información de manera colaborativa. Esto significa que se puede designar claramente quién es responsable de cada tarea relacionada con el control de calidad, lo que aumenta la transparencia y la rendición de cuentas dentro del equipo.

Uno de los mayores beneficios de DALUX es su capacidad para centralizar la información relacionada con el proyecto. Al almacenar todos los datos en un solo lugar accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet, la plataforma ayuda a evitar la pérdida o duplicación de información. Esto es especialmente importante en el contexto de la construcción, donde la coordinación y la gestión eficiente de los datos son cruciales para el éxito del proyecto.

En cuanto a su uso específico para disminuir las incidencias de calidad en la construcción, DALUX ofrece varias características clave. Por ejemplo, permite la creación de listas de verificación personalizadas para cada etapa del proyecto. Estas listas de verificación pueden ser adaptadas a las necesidades específicas de cada proyecto, lo que facilita la identificación temprana de posibles problemas y la toma de medidas correctivas de manera oportuna.

Además, la plataforma facilita el seguimiento y la documentación de las inspecciones de calidad realizadas en el sitio de construcción. Los problemas identificados pueden ser registrados de

manera rápida y precisa, permitiendo a los responsables de calidad tomar las medidas necesarias para corregirlos y prevenir su recurrencia en el futuro.

La plataforma DALUX ofrece a Constructora Proycon S.A. una herramienta poderosa para mejorar su proceso de control de calidad en la construcción. Al proporcionar un entorno digital para estandarizar procesos, asignar responsabilidades, centralizar información y facilitar la identificación temprana y corrección de problemas, DALUX puede ayudar a reducir las incidencias de calidad y mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de construcción. A continuación, se detalla su uso.

**Figura 19.** *DALUUX inicio*

Analytics	
<ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Filtros guardados</li> <li>Todas las tareas 1934</li> <li>Buzón de entrada 31</li> <li>En proceso 105</li> <li>Esperando aprobación 3</li> <li>Aprobado, dar seguimiento 6</li> <li>Cerrado 1789</li> <li>Borradores</li> </ul> </li> </ul>	31
Planes de inspección	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los registros 413/557</li> <li>Filtros guardados</li> <li>Planes de inspección</li> <li>Matrices del Plan de inspección</li> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>QC_GENERAL CAMPSITE 413/557 <ul style="list-style-type: none"> <li>CAMPSITE - ARQUITECTÓNICO 74/83</li> <li>CAMPSITE - ELÉCTRICO 83/157</li> <li>CAMPSITE - ESTRUCTURAL 121/125</li> <li>CAMPSITE - HVAC 89/145</li> <li>CAMPSITE - MECÁNICO 46/47</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	

Fuente. Elaboración propia, 2024

Como se puede observar en la imagen anterior, la herramienta cuenta un dashboard para el manejo de información según sea el requerimiento:

- Tareas: en esta parte se pueden visualizar todas las tareas que utiliza la empresa en la construcción virtual, una de esas tareas corresponde a la parte de no conformidades, las cuales se pueden visualizar su estado (completado, nuevo, en proceso, reportado como listo, archivado, rechazado, entre otros estados), lo que permite llevar el control de los no cumplimientos en tiempo real de manera eficaz.
- Planes de inspección es un proceso en el cual se estandariza lo que se va a controlar y como se va a controlar durante el proceso. En este caso la empresa tiene dividido el plan de inspección por disciplinas (eléctrico, mecánico, HVAC, Mecánico y Estructural). Cada uno de esos planes tiene puntos específicos de control.

**Figura 20. DALUX inspección**

The screenshot shows the DALUX inspection software interface. At the top, there are navigation options: '+ Nuevo', 'Imprimir', 'Plan de inspección', 'Descripción general de la extensión', and 'Inscripciones'. Below this is a table with columns: 'Nú...', 'Tema', 'Método', 'Extensión', 'Tiempo', 'Criterios de aceptación', 'Documentación', and 'Terminado'. The table is divided into sections: 'Arquitectónico' and 'Paredes'. The 'Arquitectónico' section includes 'Cubierta de techo' with a task 'B10-20-20' (Cubierta de techo UPVC) which is 100% completed. The 'Paredes' section includes tasks 'B20-10-20' (Cerramientos en muro seco externo (Ulloa)) which is 44% completed, 'C10-10-10-06' (Paredes Livianas Internas (Ulloa)) which is 41% completed, and 'C10-10-10-06' (Revisión para el cierre de paredes. (Solo Constructora Proycon)) which is 25% completed (4 to be opened, 3 completed).

Nú...	Tema	Método	Extensión	Tiempo	Criterios de aceptación	Documentación	Terminado
<b>Arquitectónico</b>							
<b>Cubierta de techo</b>							
B10-20-20	Cubierta de techo UPVC		6 planificado (1 zona) ● 6 completado				100% Mostrar detalles
<b>Paredes</b>							
B20-10-20	Cerramientos en muro seco externo (Ulloa)		18 planificado (1 zona) ● 8 no en curso ● 2 abrir ● 8 completado				44% Mostrar detalles
C10-10-10-06	Paredes Livianas Internas (Ulloa)		22 planificado (2 zonas) ● 12 no en curso ● 1 abierto ● 9 completado				41% Mostrar detalles
C10-10-10-06	Revisión para el cierre de paredes. (Solo Constructora Proycon)	Se realiza el cierre en conjunto con el personal de cada contratista.				Se revisa contra los planos de taller aprobados.	25% ● 4 abrir ● 3 completado

Fuente. Elaboración propia, 2024

En la imagen anterior podemos observar lo que es un plan de inspección de la parte de arquitectura, donde se indica que se controla (tarea), se puede incluir el método de como se

debe controlar, la frecuencia en la parte de tiempo, se puede incluir el criterio de aceptación, e inclusive documentación de ayuda, así mismo podemos observar el porcentaje de cumplimiento al final de cada línea.

**Figura 21.** *DALUX tareas*

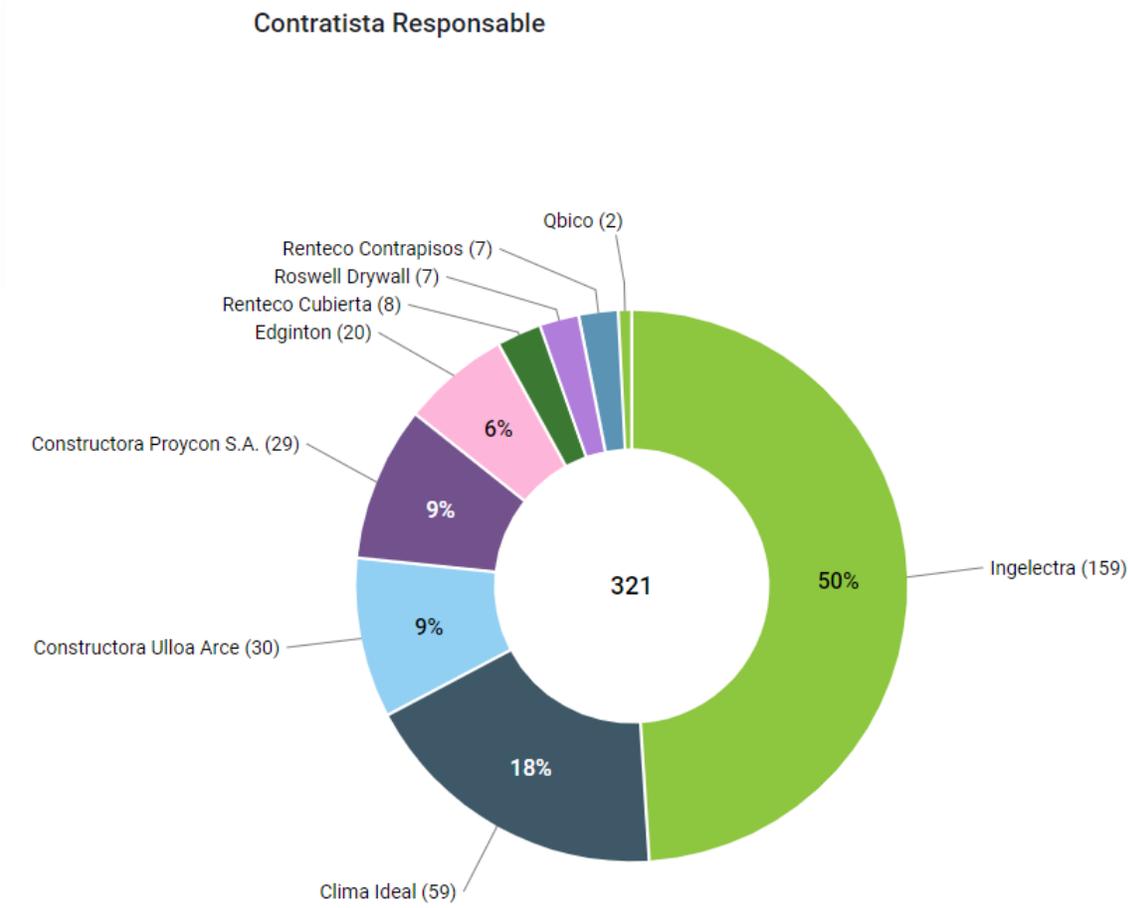
The screenshot shows the DALUX interface for managing tasks. At the top, there is a navigation bar with buttons for '+ Nuevo', 'Vista', 'Imprimir', 'Aprobar', 'Realizado', and 'Asignar'. Below this is the title 'Todas las tareas'. A search bar contains the text 'Buscar'. A filter button shows 'Tipo: NO CONFOR...' and an 'Añadir filtro' button. The main content is a table with the following data:

Memoria número.	Tipo	Estado	Contratista Responsable
NC378	NO CONFORMIDAD	Reportado como listo	Ingelectra
NC384	NO CONFORMIDAD	En proceso	Clima Ideal
NC382	NO CONFORMIDAD	En proceso	Constructora Ulloa Arce
NC383	NO CONFORMIDAD	En proceso	Ingelectra
NC319	NO CONFORMIDAD	Aprobado	Renteco Contrapisos
NC371	NO CONFORMIDAD	Aprobado	Ingelectra
NC289	NO CONFORMIDAD	Aprobado	Renteco Cubierta
NC380	NO CONFORMIDAD	Aprobado	Constructora Ulloa Arce
NC381	NO CONFORMIDAD	En proceso	Constructora Proycon S.A.
NC325	NO CONFORMIDAD	Aprobado	Constructora Ulloa Arce
NC288	NO CONFORMIDAD	Aprobado	Clima Ideal
NC239	NO CONFORMIDAD	Aprobado	Clima Ideal

Fuente. Elaboración propia, 2024

En la imagen anterior podemos ver lo que son las No conformidades que se visualizan en el área de tareas, lo que permite darle seguimiento a cada tarea por separado y ver su estado, quien es el responsable de solucionarlas, ubicación en el proyecto. La aplicación permite realizar filtros y gráficos de la información como ejemplo la siguiente imagen:

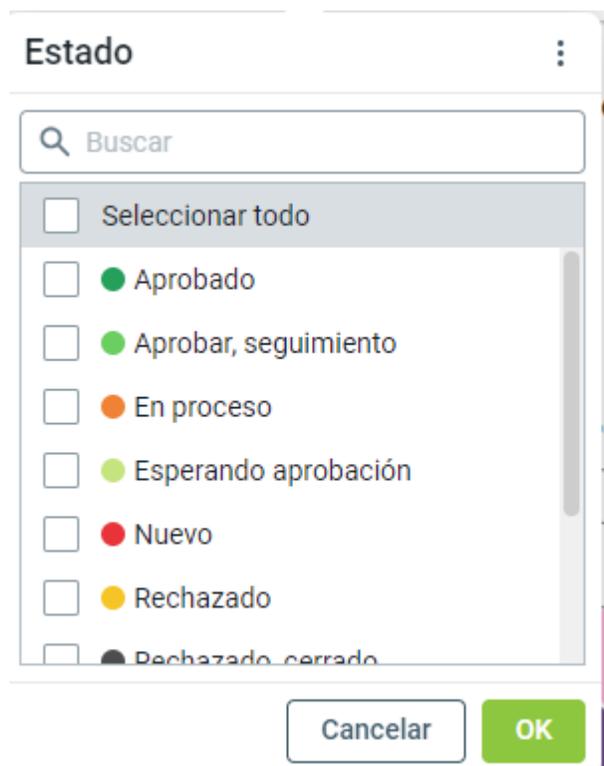
**Figura 22.** DALUX resumen



Fuente. Elaboración propia, 2024

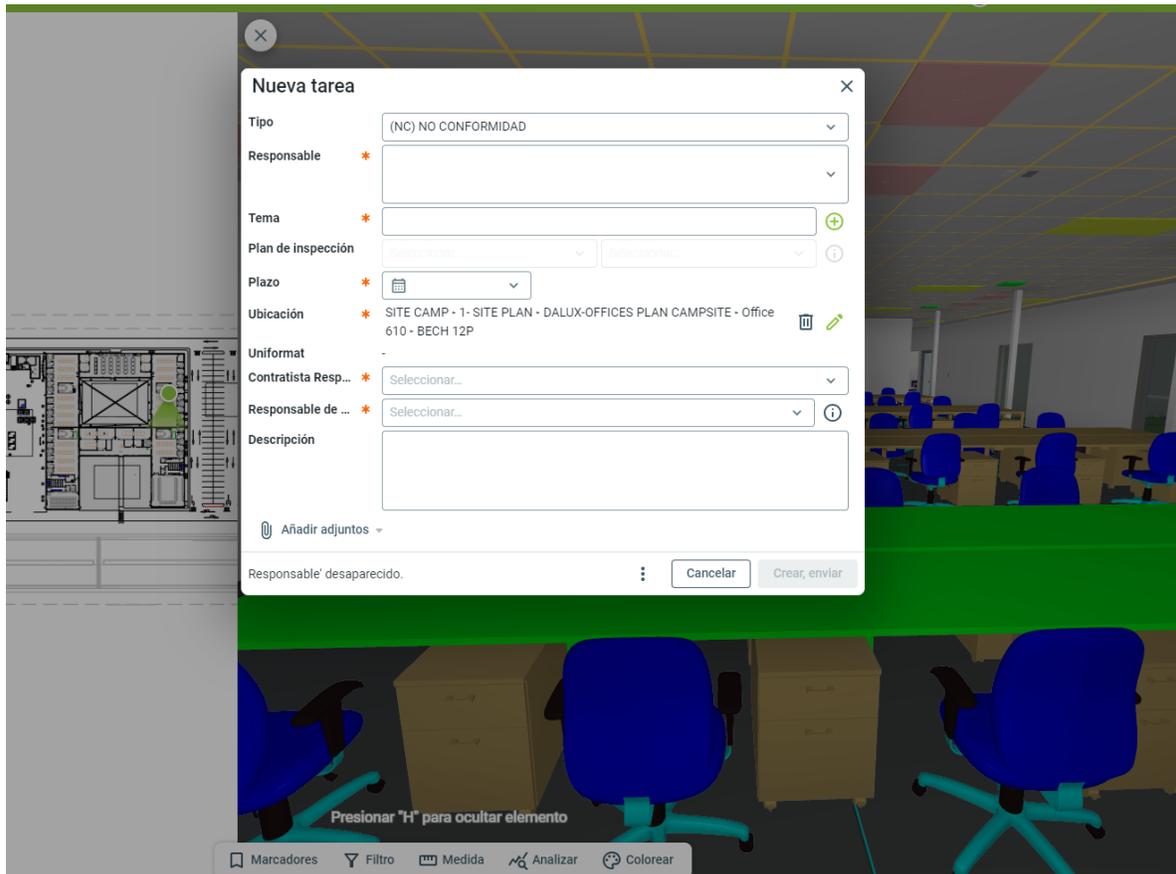
Se observa un total de 321 no conformidades en un proyecto en construcción actual, la herramienta indica a que contratistas corresponden cada no conformidad, permite generar gráficos dependiendo de la información de relevancia, como se muestra en la siguiente imagen donde se escoge que se quiere ver.

**Figura 23.** *DALUX estados*



Fuente. Elaboración propia, 2024

Figura 24. DALUX nueva tarea



Fuente. Elaboración propia, 2024

La imagen anterior muestra la información de una tarea de no conformidad, esta información se llena a partir de un trabajo que no cumpla con las especificaciones indicadas en el plan de calidad, y como se ve en el fondo la aplicación se observa el plano del proyecto en 2D y en 3D lo que garantiza 100% ubicar el elemento o área que no cumple.

### **5.1.3 Control de la mejora**

En el siguiente apartado, se presenta una serie de herramientas fundamentales para el control y mejora continua del proceso de calidad en la construcción. Estas herramientas, diseñadas con el objetivo de optimizar la eficiencia y asegurar la conformidad con los estándares establecidos. Entre ellas se destacan el checklist de control de calidad y el brochure informativo, cada uno desempeñando un papel crucial en la implementación y divulgación de las prácticas de calidad mejoradas.

El checklist de control de calidad, una herramienta práctica y sistemática, actúa como una lista detallada de verificación para garantizar que cada fase del proceso cumpla con los estándares requeridos. Desde la recepción de materiales hasta la finalización del proyecto, este checklist proporciona una guía paso a paso para la ejecución de actividades de control de calidad, asegurando así la integridad y la consistencia en todo el proceso constructivo.

Por otro lado, el brochure informativo emerge como un recurso invaluable para comunicar de manera efectiva los cambios y mejoras en el proceso de calidad. Este material educativo y visualmente atractivo proporciona una visión general del proceso revisado, resaltando los beneficios y las prácticas recomendadas. Además de informar a los equipos internos, el brochure también sirve como una herramienta de transparencia para los clientes, demostrando el compromiso de la empresa con la calidad y la excelencia en la entrega del proyecto.

Estas herramientas representan un paso significativo hacia la optimización del proceso de calidad en la construcción, ofreciendo tanto una guía práctica para la ejecución como una plataforma de comunicación efectiva para promover la transparencia y la confianza en todas las etapas del proyecto.

A continuación, se presenta el checklist de Control de Calidad, este checklist se ofrece en blanco, con la intención de que sea completado durante la tarea correspondiente del proceso, de acuerdo con los objetivos y requerimientos específicos del cliente.

Su formato detallado proporciona una guía clara para los equipos involucrados, asegurando que ningún aspecto crítico se pase por alto durante la inspección de la obra. Al completar este checklist de manera meticulosa y sistemática, se establece una línea clara de verificación que ayuda a garantizar la conformidad con los estándares de calidad establecidos.

Los checklist se puede digitalizar en Dalux para garantizar su cumplimiento y el seguimiento en el manejo de la información, mediante el análisis de datos que tiene la plataforma para generar KPIs que muestren el panorama actual del proceso de control de calidad.



Esta herramienta desglosa los requerimientos de calidad del proyecto en una serie de ítems específicos que deben ser evaluados durante la inspección de la obra.

Al registrar si cada ítem "Cumple" o "No cumple", se obtiene una instantánea clara del nivel de conformidad con los estándares establecidos. Esta clasificación permite identificar rápidamente las áreas que cumplen con las expectativas y aquellas que requieren atención adicional debido a posibles deficiencias o desviaciones.

La columna de "Acción de validación" se utiliza para planificar y llevar a cabo una revisión más detallada de los ítems marcados como "No cumple". Esta acción implica verificar la discrepancia inicial para confirmar su validez y determinar las causas subyacentes.

En caso de que se identifiquen desviaciones, la columna "Acción correctiva" proporciona un espacio para proponer y documentar las medidas necesarias para corregir las deficiencias encontradas. Estas acciones correctivas pueden incluir desde ajustes menores hasta cambios significativos en el proceso o en los materiales utilizados.

Las "Observaciones" adicionales permiten capturar cualquier detalle relevante que no se pueda expresar fácilmente en las otras columnas. Esto puede incluir comentarios sobre el contexto específico de la inspección, condiciones ambientales o cualquier otro factor que pueda influir en la evaluación del cumplimiento de los requisitos de calidad.

En resumen, el checklist de Control de Calidad sirve como una herramienta invaluable para garantizar que todos los aspectos del proyecto sean evaluados de manera exhaustiva y sistemática. Al proporcionar una estructura clara y detallada para la inspección de la obra, esta

herramienta contribuye significativamente a la mejora de la calidad, la eficiencia en la detección de problemas y, en última instancia, la satisfacción del cliente.

A continuación, se presenta un folleto informativo que detalla el nuevo proceso de control de calidad implementado en Constructora Proycon S.A. Este folleto está diseñado para proporcionar a los trabajadores una visión general clara y concisa del proceso, así como de las herramientas y responsabilidades asociadas con él.

El objetivo principal del folleto es servir como una herramienta de capacitación que permita a los empleados comprender rápidamente el nuevo proceso y cómo se integra en su trabajo diario. A través de un lenguaje claro, se pretende que los trabajadores se sientan capacitados para aplicar efectivamente el proceso de control de calidad en sus actividades laborales.

El folleto incluye las secciones que describen los siguientes aspectos:

1. Introducción al Nuevo Proceso de Control de Calidad: Se proporcionará una visión general del proceso, destacando los cambios clave y los beneficios esperados.
2. Responsabilidades del Equipo: Se detallarán las responsabilidades específicas de cada miembro del equipo en relación con el control de calidad, destacando la importancia de la colaboración y la comunicación efectiva.
3. Herramientas Utilizadas: Se describirán las herramientas digitales, como la plataforma DALUX y el checklist estandarizado, que facilitarán la implementación y el seguimiento del proceso de control de calidad.

En resumen, el folleto servirá como una guía práctica y accesible para ayudar a los trabajadores a adaptarse al nuevo proceso de control de calidad y asegurar la excelencia en cada proyecto llevado a cabo por Constructora Proycon S.A. A continuación, se presenta su desarrollo.

**Figura 26.** Brochure



## Responsabilidades del Equipo

- **Equipo de Gestión de Calidad:** Serán responsables de definir objetivos y criterios de calidad específicos, elaborar un plan detallado de control de calidad y asegurar que se cumplan los estándares de calidad en cada etapa del proyecto.
- **Equipo de Proyecto:** Deberán colaborar estrechamente con el equipo de gestión de calidad, validar el plan de control de calidad y garantizar que se cumplan los requisitos del cliente en cada etapa del proyecto.
- **Equipo de Construcción:** Serán responsables de ejecutar las actividades de control de calidad en el sitio, utilizar el checklist para verificar la conformidad con los estándares y documentar detalladamente todas las actividades y resultados en la plataforma DALUX.
- **Ingenieros de Calidad:** Se encargarán de adecuar el checklist a los requisitos del cliente, revisar el plan por todas las partes interesadas y aprobar la documentación detallada de actividades y resultados en DALUX.



## DALUX

Esta plataforma digital avanzada nos permitirá realizar un seguimiento en tiempo real del progreso de nuestros proyectos, facilitando la gestión eficiente del control de calidad y proporcionando una visión detallada de cada etapa del proceso.

## Checklist Estandarizado:

Este checklist actuará como una guía completa para asegurar que cada requisito de calidad sea cumplido en cada etapa del proyecto, garantizando que ningún detalle pase desapercibido y que se documenten todas las actividades y resultados de manera detallada.

Nota: La información presentada en esta capacitación es solo para fines educativos y puede estar sujeta a cambios según las necesidades de la empresa

Fuente. Elaboración propia, 2024

En esta sección, se ha presentado una descripción detallada de las herramientas clave utilizadas para el control y mejora del proceso en Constructora Proycon S.A. A través del desarrollo del check list y la creación de un folleto informativo, se busca proporcionar a los trabajadores las herramientas y la capacitación necesarias para implementar el nuevo proceso de control de calidad de manera efectiva.

En conjunto, estas herramientas juegan un papel fundamental en la mejora continua de la calidad y la eficiencia en Constructora Proycon S.A., estableciendo las bases para una entrega de proyectos de alta calidad y satisfacción del cliente. Con el compromiso de implementar y seguir

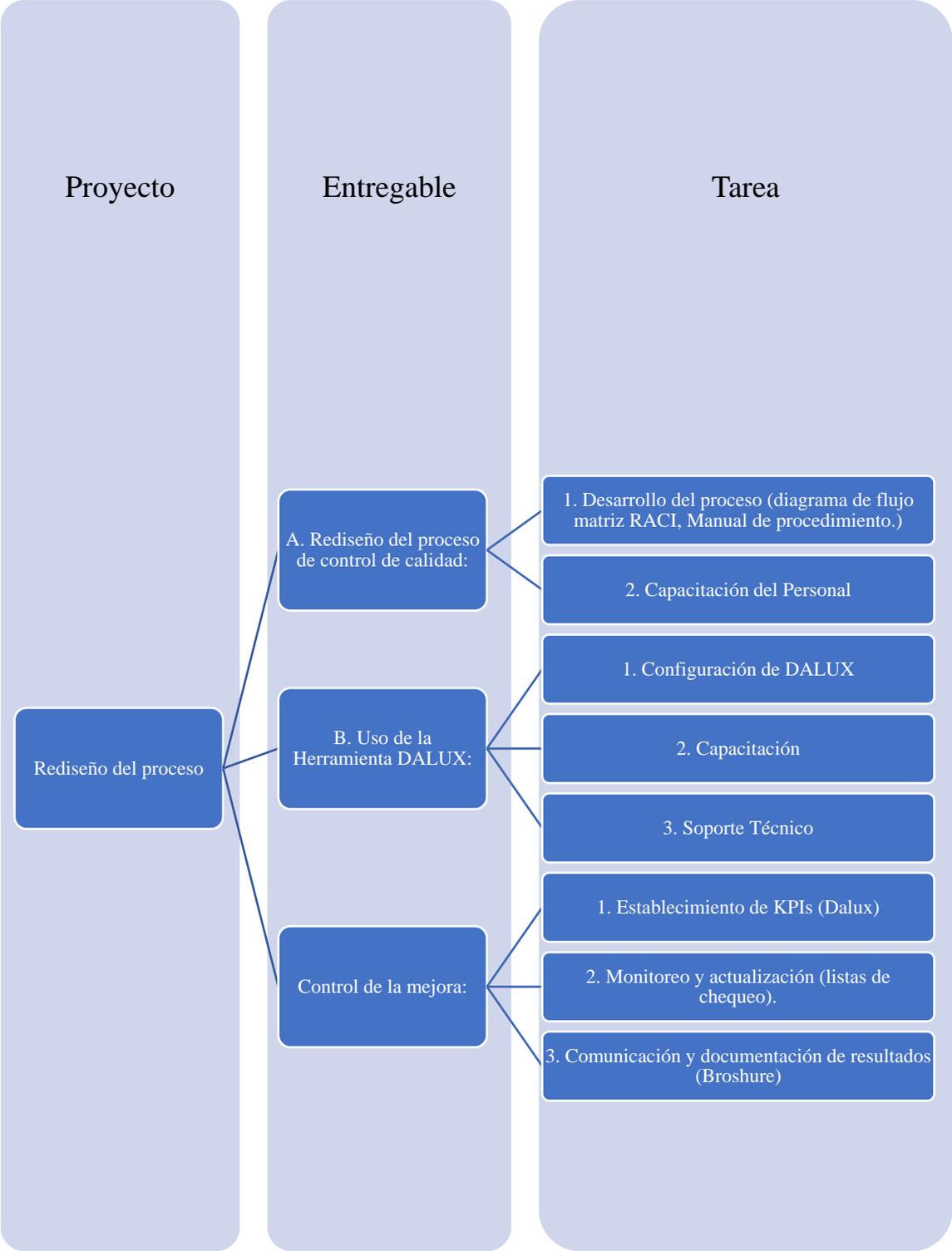
estos procesos, la empresa se posiciona para alcanzar nuevos estándares de excelencia en la industria de la construcción

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos que descompone las actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto en componentes más manejables y controlables. En el contexto del control de la propuesta para el rediseño del proceso de control de calidad en la construcción, la EDT proporciona una guía detallada de las tareas y actividades necesarias para implementar el proyecto.

Cada elemento de la EDT se desglosa en subcomponentes específicos que describen las actividades necesarias, los recursos asignados y los resultados esperados. Esta estructura organizativa proporciona una visión clara y detallada del alcance del proyecto, permitiendo una gestión efectiva y un control preciso en cada etapa del proceso.

A continuación, se presenta la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) detallada para el control de la propuesta, que servirá como guía para la implementación exitosa del nuevo proceso de calidad en la empresa Constructora Proycon S.A.

**Figura 25. EDT**



Fuente. Elaboración propia, 2024

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) delineada para el proyecto de rediseño del proceso ofrece una hoja de ruta detallada que organiza las actividades esenciales en tres componentes clave: rediseño del proceso de control de calidad, uso de la herramienta DALUX y control de la mejora.

En el primero, se establecen las etapas cruciales como el desarrollo del proceso y la capacitación del personal. El segundo componente se enfoca en la configuración y la capacitación en la herramienta DALUX, esencial para la gestión eficaz de la calidad. Por último, el control de la mejora mediante el monitoreo del progreso y la generación de reportes garantizan la transparencia y la rendición de cuentas, con el establecimiento de KPIs y un sistema de seguimiento continuo.

Esta estructura proporciona un marco claro y coherente para la ejecución exitosa del proyecto, garantizando la adopción efectiva del nuevo proceso y la mejora continua de la calidad en la empresa. A continuación, se detallan los entregables y tareas.

#### **A. Rediseño del proceso de control de calidad:**

Este es el componente principal del proyecto que se centra en el rediseño del proceso de control de calidad en la construcción. Incluye las siguientes tareas:

- **Desarrollo del Proceso:** Esta tarea implica la creación y rediseño del proceso de calidad, que incluye la definición de los pasos, protocolos y estándares a seguir en cada etapa del proyecto.

- **Capacitación del Personal:** Aquí se lleva a cabo la capacitación del personal en el nuevo proceso. Esto incluye la preparación del material de capacitación, la programación de sesiones de capacitación y la entrega de la capacitación al personal involucrado.

## **B. Uso de la Herramienta DALUX:**

Este componente se enfoca en la configuración y utilización de la herramienta DALUX para gestionar la calidad del proyecto. Incluye las siguientes tareas:

- **Configuración de DALUX:** Implica la configuración inicial de la herramienta DALUX de acuerdo con los requisitos específicos del proyecto y del nuevo proceso de calidad.
- **Capacitación:** Aquí se proporciona capacitación al personal sobre cómo utilizar la herramienta DALUX de manera efectiva para documentar y gestionar la calidad del proyecto.
- **Soporte Técnico:** Se establece un sistema de soporte técnico para brindar asistencia a los usuarios en caso de problemas técnicos o consultas relacionadas con la herramienta DALUX.

## **C. Monitoreo del Progreso y Reportes:**

Este componente se enfoca en el monitoreo del progreso del proyecto y la generación de reportes para comunicar los resultados. Incluye las siguientes tareas:

- **Establecimiento de KPIs:** Aquí se definen los indicadores clave de rendimiento (KPIs) que se utilizarán para evaluar el progreso y el éxito del proyecto.
- **Monitoreo Continuo:** Se establece un sistema de monitoreo continuo para seguir de cerca el avance del proyecto y detectar cualquier desviación o problema potencial. Además

implica el monitoreo de la herramienta DALUX para asegurar su correcto funcionamiento y realizar actualizaciones según sea necesario para mantenerla alineada con los requisitos del proyecto.

- **Comunicación y documentación:** Finalmente, se comunican los resultados del proyecto a todas las partes interesadas relevantes, asegurando la transparencia y la alineación con los objetivos del proyecto. Se generan informes periódicos que resumen el progreso del proyecto, los resultados obtenidos y cualquier acción correctiva necesaria.

Con base en estos resultados, se desarrolla un diagrama de Gantt en conjunto con los responsables de la organización, en el que se definen los responsable y tiempos establecidos por tarea, además de conocer las dependencias.

**Figura 28. Gantt**

Entregable	Etapa	Responsable	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10
Rediseño del proceso de control de calidad	Desarrollo del proceso (diagrama de flujo y matriz RACI)	Estudiante a cargo Encargado de gestión de calidad										
	Capacitación del personal	Encargado de Gestión de calidad										
Uso de la herramienta Dalux	Configuración de Dalux	Equipo de TI										
	Capacitación uso de Dalux	Equipo de TI										
	Soporte Técnico	Equipo de TI										
Control de la mejora	Establecimiento de KPIs (Dalux)	Encargado de Gestión de calidad										
	Monitoreo y actualización (listas de chequeo)	Encargado de Gestión de calidad										
	Comunicación y documentación de resultados (Brochure)	Encargado de Gestión de calidad										

Fuente. Elaboración propia, 2024

A través del análisis del diagrama de Gantt, se establece un riguroso plan de seguimiento para la implementación de mejoras. Es importante destacar que los responsables de cada tarea y su duración son cuidadosamente definidos en colaboración con los miembros clave de la empresa. Esta colaboración garantiza una distribución equitativa de responsabilidades y una comprensión clara de los plazos de entrega.

Vale la pena resaltar que las tareas completadas se muestran en verde para una fácil identificación, mientras que las tareas en proceso se destacan en azul y las pendientes en gris. Este enfoque visual facilita una rápida comprensión del progreso general del proyecto y permite una gestión más efectiva del tiempo y los recursos.

## **5.2. Validación de la propuesta**

En conjunto, estos enfoques de validación proporcionarán una evaluación integral de la propuesta de rediseño del proceso, tanto desde una perspectiva financiera como cualitativa. Los resultados de estos análisis servirán como fundamentos sólidos para la toma de decisiones informadas sobre la implementación del proyecto, asegurando su alineación con los objetivos estratégicos de Constructora Proycon S.A.

### **5.2.1. Análisis económico**

En la sección 5.2.1, se lleva a cabo un análisis económico detallado para evaluar el costo de implementación del proyecto de rediseño del proceso de control de calidad. Este análisis la estimación de la inversión inicial necesaria para implementar la propuesta.

**Tabla 6.** *Costos de la propuesta.*

<b>Propuesta</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Costo</b>
Rediseño del proceso de control de calidad	Desarrollo del proceso (diagrama de flujo y matriz RACI)	₺ 562 500,00
	Capacitación del personal	₺ 200 000,00
Uso de la herramienta Dalux	Configuración de Dalux	₺ 712 000,00
	Capacitación uso de Dalux	₺ 200 000,00
	Soporte Técnico	₺ 75 000,00
Control de la mejora	Establecimiento de KPIs (Dalux)	₺ 25 000,00
	Monitoreo y actualización (listas de chequeo)	₺ 0,00
	Comunicación y documentación de resultados	₺ 1 800 000,00
<b>Total de la inversión inicial</b>		<b>₺ 3 574 500,00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2024

Los costos asociados con la propuesta de implementación de DALUX y estandarización del proceso comprenden diversos aspectos que cubren desde el desarrollo tecnológico hasta la capacitación del personal involucrado.

En primer lugar, el desarrollo del proyecto hasta el uso de las herramientas como Diagrama de flujo y la matriz RACI representa una inversión inicial significativa de ₺762,500, que incluye el trabajo de un ingeniero junior durante 3 semanas, con un ingreso promedio de ₺750,000 al mes más ₺200,000 de la capacitación inicial que incluye una sesión de aproximadamente una hora y media para 5 personas (Ingenieros Residentes, Maestro de Obras, Personal de calidad).

Seguidamente el uso de Dalux donde se debe iniciar con el desarrollo y configuración de la plataforma según requisitos establecidos en el plan de control de calidad. Esta fase es crucial

para garantizar la funcionalidad y adaptabilidad de la herramienta a las necesidades específicas de la empresa, costo ₡712,000 durante 3 semanas. Desarrollado el proceso de Dalux se debe capacitar al personal en el uso de la herramienta para el control de calidad con un costo de ₡200,000 la capacitación incluye una sesión de aproximadamente una hora y media para 5 personas (Ingenieros Residentes, Maestro de Obras, Personal de calidad).

El seguimiento durante las próximas 6 semanas de la implementación de DALUX implica un costo adicional de ₡75,000 (precio establecido por el proveedor de la plataforma) destinado a la asignación de una hora de trabajo semanal de un desarrollador para realizar ajustes y mejoras continuas en la herramienta.

La contratación de un asistente de medio tiempo encargado de documentar la herramienta DALUX tiene un costo de ₡1,800,000, que cubre los gastos asociados con el proceso de reclutamiento, selección y contratación del personal adecuado para esta función durante el primer mes. De acuerdo con la información de los últimos 3 proyectos, tuvieron una duración media de 9 meses por lo que se toma como referencia para la contratación de un asistente durante toda la ejecución del proyecto.

El monitoreo y la actualización, así como el seguimiento de KPIs no representan costos adicionales ya que son funciones que debe realizar el personal de calidad asignado al proyecto respectivamente. Los encargados de calidad deben asegurar una comunicación clara y efectiva del nuevo proceso y a establecer métricas clave para evaluar su desempeño y efectividad a lo largo del tiempo.

A continuación, se presenta un resumen de la propuesta seguido de una explicación detallada.

El costo de Constructora Proycon por cada no conformidad en los últimos 3 proyectos que tuvieron en promedio de 351 no conformidades representan un costo promedio de \$42 dólares al tipo de cambio ₡504,26, siendo ₡7,433,800 el costo total de esas 351 no conformidades.

Con la información anterior debemos analizar el costo beneficio del promedio de no conformidades de los últimos 3 proyectos,

Costo de implementación de la propuesta ₡3,574,500, costo de las no conformidades ₡7,433,800, por lo cual dividimos el costo de las NC entre el costo de la propuesta y obtenemos como resultado 2.07, lo que quiere decir que el próximo proyecto tendrá un beneficio de 2.07 colones por cada colon invertido. Según este análisis para un proyecto con una duración aproximada de 9 meses el retorno de la inversión se ve reflejado en 9 meses.

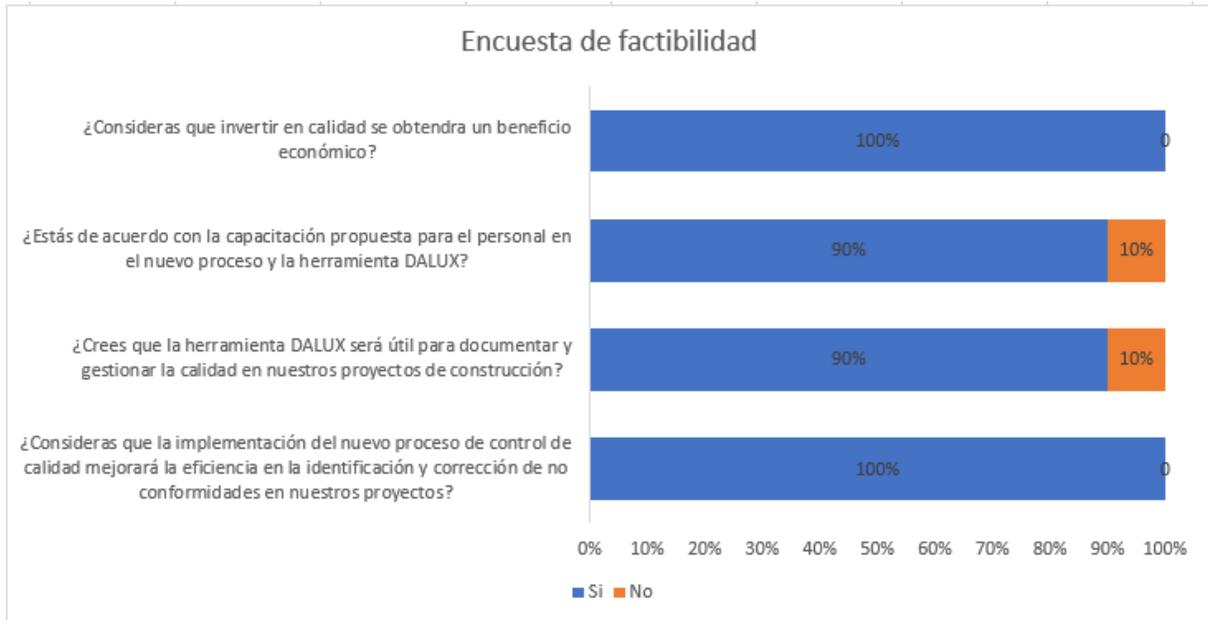
### **5.2.2. Análisis de factibilidad funcional**

En esta sección, se aborda el análisis de la viabilidad funcional del nuevo proceso de control de calidad y su implementación, a través de una encuesta realizada a un grupo representativo de personas interesadas dentro de la empresa. Esta encuesta se llevará a cabo utilizando la plataforma Google Forms y estará dirigida a un total de 10 personas, incluyendo al ingeniero encargado de la calidad, al responsable de gestión de calidad, así como a operarios con experiencia y otros roles relevantes en el proceso de construcción.

El objetivo principal de esta encuesta es recopilar información sobre la percepción y la aceptación del nuevo proceso y las herramientas propuestas, así como obtener retroalimentación sobre su factibilidad y utilidad práctica en el contexto laboral. Los resultados de esta encuesta proporcionarán información valiosa para evaluar la viabilidad funcional de la propuesta y

realizar ajustes necesarios antes de su implementación. A continuación, se presentan los resultados.

**Figura 29.** Encuesta de factibilidad



Fuente. Elaboración propia, 2024

Basándose en los resultados de la encuesta realizada a 10 personas interesadas dentro de la empresa, se observa lo siguiente:

- ¿Consideras que la implementación del nuevo proceso de control de calidad mejorará la eficiencia en la identificación y corrección de no conformidades en nuestros proyectos?

El 100% de los encuestados respondieron afirmativamente, indicando una fuerte confianza en que la implementación del nuevo proceso conducirá a una mejora significativa en la eficiencia para identificar y corregir no conformidades en los proyectos de la empresa.

- ¿Crees que la herramienta DALUX será útil para documentar y gestionar la calidad en nuestros proyectos de construcción?

El 90% de los encuestados expresaron confianza en la utilidad de la herramienta DALUX para la documentación y gestión de la calidad en los proyectos de construcción, mientras que el 10% restante mostró una opinión menos favorable.

- ¿Estás de acuerdo con la capacitación propuesta para el personal en el nuevo proceso y la herramienta DALUX?

El 90% de los encuestados estuvieron de acuerdo con la capacitación propuesta para el personal en el nuevo proceso y la herramienta DALUX, lo que refleja un respaldo significativo a la propuesta de capacitación. Sin embargo, el 10% restante expresó algún grado de desacuerdo o incertidumbre al respecto.

- ¿Consideras que invertir en calidad se obtendrá un beneficio económico?

El 100% de los encuestados consideraron que se tendrá un beneficio económico que justifica una inversión inicial y los costos de operación del nuevo proceso de control de calidad, mostrando un respaldo unánime a la viabilidad financiera de la propuesta.

Los resultados de la encuesta reflejan una percepción positiva hacia el nuevo proceso de control de calidad y su implementación, respaldando la eficacia esperada del mismo y la justificación económica de la inversión requerida. Sin embargo, también se identifican algunas áreas donde puede ser necesario abordar inquietudes o dudas específicas para garantizar una adopción exitosa del proceso y las herramientas propuestas.

El capítulo 5 ha abordado detalladamente la propuesta de mejora del proceso de control de calidad en proyectos de construcción. Se han presentado diferentes aspectos, desde la definición de objetivos y criterios de calidad específicos hasta la validación de la propuesta a través de análisis financieros y encuestas a los involucrados.

Se ha propuesto un flujo de trabajo estructurado que incluye la utilización de herramientas como el checklist y la plataforma DALUX, así como la capacitación del personal para garantizar una implementación efectiva del nuevo proceso.

La encuesta realizada entre los interesados proporcionó una retroalimentación importante, destacando el respaldo mayoritario hacia la implementación del nuevo proceso y la herramienta DALUX, así como la percepción positiva sobre un beneficio económico.

Con esto, ha sentado las bases para una mejora significativa en el control de calidad de los proyectos de construcción, brindando una visión clara de los pasos a seguir, las herramientas a utilizar.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En esta etapa del proyecto, se presenta la sección de conclusiones y recomendaciones, donde se destilan las reflexiones obtenidas a lo largo del análisis del proceso de control de calidad de Constructora Proycon S.A. Se ha sumergido en la identificación de oportunidades, desafíos y mejoras potenciales, y ahora es el momento de consolidar este conocimiento en acciones concretas para impulsar el crecimiento y la eficiencia.

A través de un enfoque en lenguaje claro y accesible, esta sección busca proporcionar una guía práctica para la empresa, presentando conclusiones que reflejen la comprensión adquirida y recomendaciones realistas que apunten hacia la mejora continua. Estas sugerencias se formulan considerando la realidad operativa de Constructora Proycon S.A., con el objetivo de impulsar cambios positivos y sostenibles en su proceso de control de calidad.

Con un análisis completo de cada objetivo, desde la definición del proceso hasta la propuesta de rediseño, esta sección se convierte en un recurso valioso para orientar la toma de decisiones y las acciones futuras. Las recomendaciones se presentan de manera pragmática, alineadas con las metas de la empresa y diseñadas para optimizar sus operaciones en pos de la excelencia en la construcción.

## 6.1. Conclusiones

En la siguiente sección, se extraen conclusiones fundamentales a partir de la evaluación específica de los objetivos planteados en el inicio del documento.

- El análisis pormenorizado del Diagrama de Flujo y el Diagrama SIPOC ha arrojado luz sobre la estructura del proceso de control de calidad en Constructora Proycon S.A. La visión clara y estructurada obtenida destaca la importancia de mantener altos estándares desde la recepción de materiales hasta la entrega final del proyecto. Se reconoce como fortaleza la diversidad de proveedores y la meticulosa coordinación en cada fase del proceso.
- El análisis de los reprocesos en tres proyectos específicos ha permitido la identificación de áreas críticas que generan no conformidades. El Pareto resalta las categorías eléctricas y de aire acondicionado como las más impactantes en términos de acumulación de problemas, proporcionando una guía valiosa para futuras acciones correctivas.
- El Diagrama Ishikawa ha revelado múltiples causas potenciales de no conformidades, desde la falta de procesos no estandarizados hasta la falta de calibración de equipos. Factores como la rotación de personal y la dependencia de pruebas sin fiscalización también han sido identificados como contribuyentes significativos, ofreciendo una comprensión completa de las raíces de los problemas.
- La implementación del rediseño del proceso de calidad en la construcción es fundamental para mejorar la eficiencia y prevenir los reprocesos. El uso de herramientas de ingeniería proporciona una visión clara de la calidad del proyecto durante su desarrollo.

- La estandarización del proceso es crucial para garantizar la consistencia y la calidad de los resultados. El uso de una herramienta informática facilita la ralentización y la continuidad de los resultados.
- La reducción de reprocesos y no conformidades en el proceso de construcción es esencial para mejorar la eficiencia y la calidad del producto final. El rediseño del proceso de calidad y el análisis de datos son pasos clave para lograr este objetivo.

## 6.2. Recomendaciones

Basándose en las conclusiones obtenidas y en el análisis de la situación actual, se presentan recomendaciones específicas para orientar las mejoras en el proceso de control de calidad:

- Se recomienda la implementación de sistemas de seguimiento más rigurosos para monitorear y corregir no conformidades específicas en las categorías eléctricas y de aire acondicionado. Establecer protocolos de revisión y validación más estrictos podría reducir significativamente estas no conformidades.
- La estandarización de procesos, junto con programas de capacitación para el personal y la implementación de protocolos de control de calidad más robustos, se posicionan como medidas prioritarias. La mejora en la medición y calibración de equipos también se identifica como crucial para mitigar las causas identificadas.
- Se recomienda continuar con la implementación del nuevo proceso, asegurando una capacitación adecuada para el personal involucrado y monitoreando constantemente su efectividad para realizar ajustes según sea necesario.
- Se recomienda mantener un monitoreo constante del uso de la herramienta informática y proporcionar capacitación adicional según sea necesario para garantizar su correcta implementación y utilización por parte del personal.
- Se recomienda continuar con el rediseño del proceso de calidad, asegurando la recopilación y análisis adecuado de datos para identificar áreas de mejora y tomar decisiones de manera oportuna. Además, se debe promover una cultura de calidad en toda la organización para garantizar el éxito a largo plazo del nuevo proceso.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvares, E. (2021). *estudio es una recopilación de métodos de gerencia de proyectos y gestión de la calidad, aplicados al rubro excavación y desalojo de tierra, fase inicial constructiva de un proyecto inmobiliario. Se comienza por los conceptos básicos sobre calidad, produc.* Quito, Ecuador.
- Amores, A. (2020). *La eficiencia de los procesos.* Barcelona, España.
- Campos, A. (2019). *Propuesta para elaborar una guía para implementar un sistema de gestión de la calidad para la empresa Trango Consultores, basada en la norma ISO 9000:2015.* San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Chavez, J. A. (05 de Enero de 2018). *Sejzer, Raúl (2016). DMAIC: Las 5 fases del proceso de implementación de Six.* Obtenido de Universidad Central Costa Rica: <https://drive.google.com/drive/folders/1LCdqHPzKkDJaFaLt2z0rMOXRzpZDF-YI>
- Fernández, L. (2019). *Ley de Pareto.* Buenos Aires, Argentina.
- Flores, J. (2021). *Herramientas lean six sigma.* Guadalajara, México.
- Gutierrez, G. (106-110). *Diagrama ishikawa, una forma de evaluar los procesos.* Cataluña: Revista de ingeniería, Cataluña.
- Hurtado J. (2023). *Matriz RACI ¿Para que sirve y como hacerla?* Barcelona.
- ISO 9000. (2015). *ISO 9000: 2015.* Ginebra: Secretaría Central de ISO.
- Jimenez, D. (2019). *La mejora de los procesos.* Peru: Universidad Central.
- Lara, J. (2020). *¿Qué es la productividad?*
- Lopez, A. (2022). *La ingeniería industria, una mirada a la optimización. Universidad Autónoma de México, 15-28.*
- Medica, C. (2019). *La ingeniería. Revista Digital Lámpsakos, 13-21.*
- Medina, J. (2021). *Ingeniería de procesos de negocio.* Barcelona, España.

- Orejon, E. (2020). *IMPLEMENTACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ISO 9001 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE LA CIUDAD DE LIMA*. Lima, Peru.
- Pardo, J. (2020). Gestión de procesos y riesgo operacional. *Ingeniería industrial*, 72.
- Ponce, P. (2019). *Herramientas de administración, para la toma de decisiones*. Guatemala.
- Prado, J. (2020). *Diagrama SIPOC, una forma de simplificar los procesos*. Inglaterra.
- Salas, J. (2018). *Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción*. Cartago, Costa Rica: instituto tecnológico de Costa Rica.
- Sordo, A. (2021). *Cómo medir y mejorar la percepción de los clientes*. Huspot.
- Su, P. (2022). *DMAIC*. Changai, China.
- Vega, K. (2020). *Implementación de un procesos de control de calidad en la empresa Cargill, durante el 2019*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

## **ANEXOS**

### **ANEXO I: MANUAL DE PROCESO**

A continuación, se presenta el manual de procesos



**MANUAL DE PROCESOS PARA LA VERIFICACIÓN DE LA  
CALIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES**

MP-001

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

## Contenido

<b>1.</b>	<b><i>Contenido</i></b> .....	<b>140</b>
<b>2.</b>	<b><i>Misión</i></b> .....	<b>141</b>
<b>3.</b>	<b><i>Visión</i></b> .....	<b>141</b>
<b>4.</b>	<b><i>Objetivo</i></b> .....	<b>141</b>
<b>5.</b>	<b><i>Política de responsabilidad</i></b> .....	<b>141</b>
<b>6.</b>	<b><i>Definiciones</i></b> .....	<b>142</b>
<b>7.</b>	<b><i>Proceso de verificación de la calidad</i></b> .....	<b>143</b>
<b>8.</b>	<b><i>Responsables del proceso</i></b> .....	<b>145</b>
<b>9.</b>	<b><i>Uso de la plataforma DALUX</i></b> .....	<b>148</b>
<b>1.</b>	<b><i>Documentación</i></b> .....	<b>150</b>

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

## Misión

Proveer servicios de construcción excepcionales; mantener altos estándares en seguridad, salud y medio ambiente; salvaguardar el bienestar de nuestra gente, y asegurar nuestra estabilidad financiera. Manteniendo el objetivo de exceder las expectativas de nuestros clientes y construir relaciones duraderas.

## Visión

Ser el aliado de confianza en todas las necesidades de la construcción, mientras apoyamos a las comunidades donde servimos, y disfrutar de nuestro trabajo.

## Objetivo

"Estandarizar y documentar el rediseño de los procesos y las responsabilidades en el proceso de verificación de calidad de las construcciones".

## Política de responsabilidad

El presente documento es el resultado del proyecto de graduación para obtener el bachillerato en ingeniería industrial, titulado “Implementación de un plan de aseguramiento de calidad en una constructora civil en el tercer cuatrimestre de 2023”, realizado por el estudiante Roberto Flores en la Universidad Hispanoamericana. La responsabilidad de la estandarización y documentación recayó en el encargado de la procesos y calidad de la empresa.

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

## Definiciones

A continuación, se presentan las principales definiciones y sus explicaciones para la comprensión del documento.

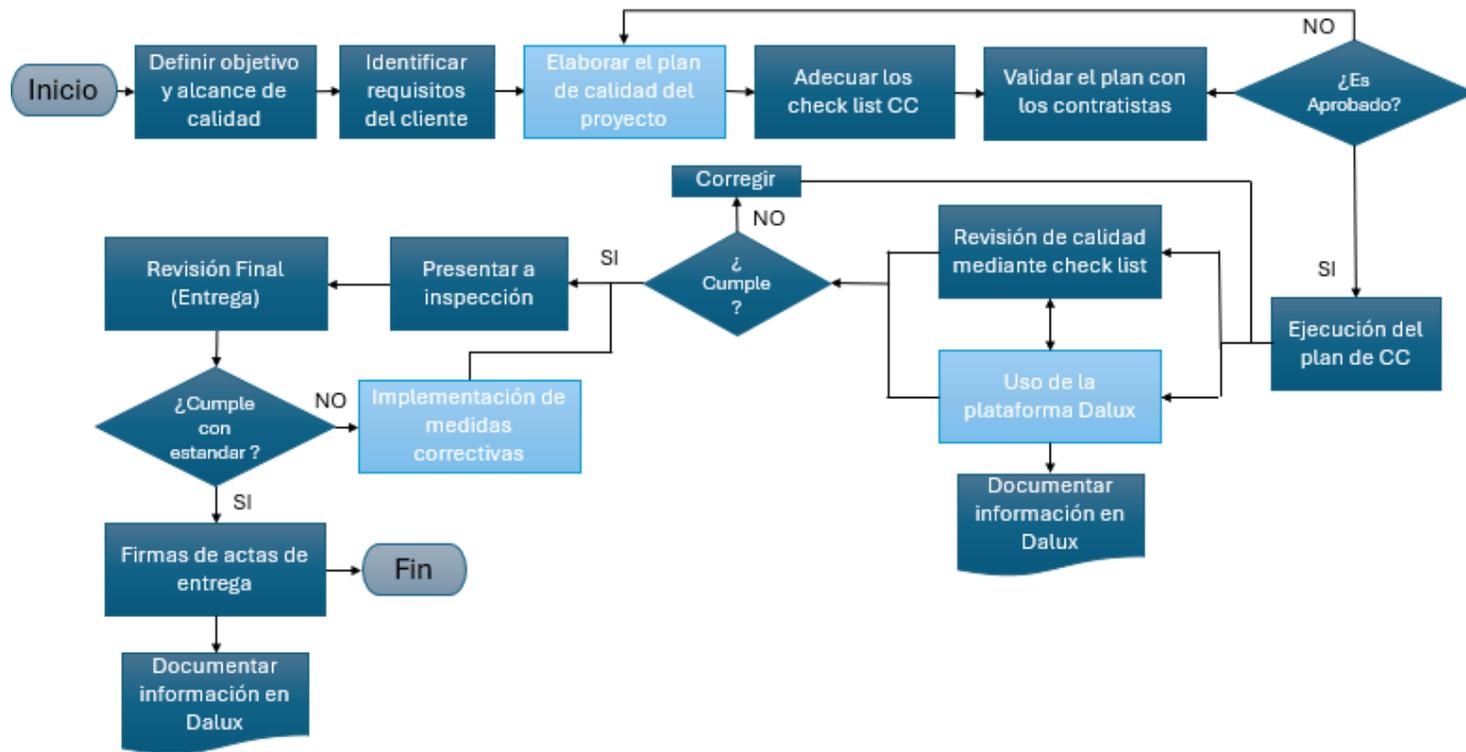
1. **Proceso:** Una serie de pasos sistemáticos y organizados que se siguen para alcanzar un objetivo específico. En construcción, un proceso de control de calidad asegura que los proyectos cumplan con los estándares y requisitos establecidos.
2. **Responsable:** Persona o grupo designado para liderar y ejecutar una tarea específica, asegurando su correcta realización y cumplimiento de los objetivos.
3. **Calidad:** Conformidad con los estándares y requisitos definidos, asegurando que los productos o servicios cumplen con las expectativas del cliente y regulaciones aplicables.
4. **Plan de Control de Calidad:** Documento detallado que define las actividades, procedimientos y medidas necesarias para asegurar la calidad en un proyecto de construcción.
5. **Checklist de Control de Calidad:** Lista de verificación utilizada para asegurar que cada aspecto del proyecto cumple con los estándares y requisitos establecidos.
6. **Dalux:** Herramienta digital utilizada para gestionar y documentar el proceso de control de calidad en proyectos de construcción, facilitando la revisión y el seguimiento de actividades y resultados.

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

## Proceso de verificación de la calidad

Se presenta el detalle del proceso de control de calidad de Constructora Proycon S.A., enfocándose en la visualización del flujo del proceso a través de un diagrama de flujo.

**Figura 26.** Diagrama de Flujo



Elaboración propia, 2024

El flujo del proceso de control de calidad en la construcción comienza con la definición de los objetivos y el alcance específicos del plan de calidad para el proyecto. Esta etapa inicial es fundamental, ya que establece los parámetros que guiarán todo el proceso. Los objetivos deben ser claros y medibles, y el alcance debe delinear los límites del proyecto, especificando las áreas que serán objeto de control de calidad. A continuación, se realiza la identificación de los requisitos del cliente, que pueden variar significativamente entre proyectos. Esta identificación debe ser exhaustiva y detallada, asegurando que todos los aspectos relevantes sean considerados. Es crucial involucrar al cliente en esta etapa para garantizar que sus expectativas y necesidades estén completamente entendidas y documentadas.

Con los objetivos, el alcance y los requisitos del cliente claramente definidos, se procede a la elaboración del plan de control de calidad. Este plan es un documento detallado que guía todas las actividades de control de calidad a lo largo del proyecto.

El plan de control de calidad debe incluir la adaptación de las listas de chequeo, asegurando que cada punto de verificación esté alineado con los requisitos del cliente y los estándares de calidad establecidos. Estas listas de chequeo son herramientas

esenciales que ayudan a garantizar que cada aspecto del proyecto sea revisado y aprobado según los criterios definidos.

Una vez elaborado el plan, debe ser revisado por todas las partes interesadas, incluyendo los equipos de proyecto, supervisores, contratistas y otros involucrados relevantes. Esta revisión colaborativa asegura que todas las partes comprendan y acuerden el plan. Se debe tomar una decisión sobre la aprobación del plan; en caso afirmativo, se procede con la ejecución de las actividades de control de calidad en cada etapa del proyecto.

Durante la ejecución, se utilizan las listas de chequeo y herramientas como Dalux para verificar el cumplimiento de los estándares establecidos. Cada actividad es revisada minuciosamente y, si no se cumplen todos los criterios, se vuelven a evaluar las actividades pertinentes para corregir cualquier desviación detectada. Es vital documentar detalladamente el proceso, las actividades y los resultados en la herramienta Dalux, lo que facilita el seguimiento y la gestión de la calidad.

Finalmente, se lleva a cabo el proceso de entrega de la obra, que incluye una verificación exhaustiva del cumplimiento de los requisitos del cliente. Si se cumple con todos los

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

requisitos, se firman las actas de entrega, los certificados de conformidad y los registros en Dalux, concluyendo así el proceso de control de calidad en la construcción. Si se detectan desviaciones o no conformidades durante la entrega, se implementan medidas correctivas, las cuales son revisadas nuevamente por el cliente para asegurar que el cumplimiento final sea satisfactorio.

Este proceso integral de control de calidad en la construcción garantiza que todos los aspectos del proyecto se lleven a cabo con los más altos estándares, asegurando la satisfacción del cliente y la excelencia en la ejecución de la obra.

### **Responsables del proceso**

La Matriz RACI asigna roles y responsabilidades en el proceso de control de calidad. "RACI" significa Responsable, Aprobador, Consultado e Informado, y la matriz organiza quién debe hacer qué en cada etapa, asegurando una coordinación efectiva y decisiones ágiles. Esta sección proporciona una guía clara sobre los roles de cada participante.

Figura 27. Matriz RACI

Actividad	Personal involucrado					
	Equipo de gestión de calidad	Gerencia de Proyecto	Ingenieros de ejecución	Contratistas	Clientes	Diseño
Definir objetivos y alcance de calidad	R	A		C	A	C
Identificar requisitos del cliente	R	A		C	A	C
Elaborar el plan de calidad del proyecto	R	A	C	C		C
Adecuar los checklist	R		C	I		A
Validar el plan con los contratistas	R	A		C		
Ejecutar el plan de calidad	R	A	A	I		R
Revisión de calidad mediante el uso de checklist en la herramienta Dalux (Documentado)	R		C	C	C	C
Presentar a inspección y clientes para revisión final	I	R	A		A	C
Firmas de actas de entrega documentadas	I	R	I	C	A	

R	Responsable
A	Aprobador
C	Consultado
I	Informado

Elaboración propia, 2024

### **Tarea 1: Definición de objetivos y alcances de calidad**

- **Responsable:** Equipo de gestión de calidad. Este equipo lidera la definición de los objetivos y criterios de calidad específicos del proyecto, estableciendo los estándares que guiarán todo el proceso.
- **Aprobadores:** La gerencia del proyecto y los clientes. Son quienes validan y aprueban los objetivos y alcances propuestos, asegurando que estén alineados con las expectativas y requisitos del proyecto.
- **Consultados:** Los contratistas y los diseñadores. Estos grupos proporcionan información y retroalimentación crítica para asegurar que los objetivos y criterios sean realistas y alcanzables.

### **Tarea 2: Identificación de los requisitos del cliente**

- **Responsable:** Equipo de gestión de calidad. Lidera la identificación exhaustiva de los requisitos del cliente, asegurando que todas las necesidades y expectativas sean capturadas y documentadas adecuadamente.

- **Aprobadores:** Gerencia de proyecto y clientes. Verifican y validan que los requisitos identificados reflejan fielmente las necesidades del cliente.
- **Consultados:** Los contratistas y diseñadores. Ofrecen su perspectiva y conocimientos técnicos para asegurar que los requisitos del cliente sean factibles y se puedan cumplir dentro de las capacidades del proyecto.

### **Tarea 3: Elaboración del plan de calidad**

- **Responsable:** Equipo de gestión de calidad. Este equipo es el principal encargado de desarrollar un plan de control de calidad detallado que incluya todas las actividades, procedimientos y medidas necesarias para garantizar la calidad del proyecto.
- **Aprobadores:** La gerencia del proyecto. Son responsables de revisar y aprobar el plan, asegurándose de que sea completo y efectivo.
- **Consultados:** Ingenieros de ejecución, contratistas y diseñadores. Proporcionan información técnica y experiencia práctica para asegurar que el plan sea viable y aplicable en el entorno de construcción.

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

#### Tarea 4: Adecuación del checklist de control de calidad a los requerimientos del cliente

- **Responsable:** El equipo de gestión de calidad. Adaptan y personalizan las listas de chequeo de control de calidad para asegurarse de que cumplan con los requisitos específicos del cliente y los estándares de calidad del proyecto.
- **Aprobadores:** Los diseñadores. Revisan y aprueban las listas de chequeo ajustadas para garantizar que sean completas y adecuadas.
- **Consultados:** Los ingenieros de ejecución. Proporcionan su perspectiva práctica y aseguran que las listas de chequeo sean aplicables y útiles en el campo.
- **Informado:** Los contratistas, reciben los checklist aprobados para implementar en el proceso.

#### Tarea 5: Revisión del plan por todas las partes interesadas

- **Responsable:** Equipo de gestión de calidad. Lidera el proceso de revisión, asegurando que todas las partes

interesadas comprendan y acepten el plan de control de calidad.

- **Aprobadores:** La gerencia del proyecto. Valida el plan final para asegurarse de que cumpla con todos los requisitos y expectativas del proyecto.
- **Consultados:** Los contratistas. Ofrecen su retroalimentación final para asegurar que el plan sea práctico y aplicable en el entorno de construcción.

### Uso de la plataforma DALUX

Dalux es una aplicación que permite a los equipos de obra y específicamente al departamento BIM por sus siglas en inglés (Building Information Modelling), colaborar en tiempo real, mejorar la eficiencia de las comunicaciones y la calidad del trabajo realizado por todo el equipo involucrado. Con el visor de modelos 3D los usuarios pueden capturar, compartir, revisar, comparar información relevante de la Obra. Además, Dalux cumple con la norma internacional (ISO 19650) de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación BIM.

La información del proceso de control de calidad se debe centrar en la plataforma digital DALUX, adicional la plataforma colabora en la estandarización de los procesos, permitiendo asignar responsabilidades, centralizar información y facilitar la identificación temprana y corrección de problemas. La accesibilidad desde cualquier dispositivo con conexión a internet ayuda a evitar la pérdida o duplicación de información. A continuación, se detalla su uso.

- Tareas: asignación de no conformidades a los responsables para corrección, se realiza por medio de flujos específicos, facilita la asignación de responsabilidades al permitir que diferentes miembros del equipo accedan y actualicen la información de manera colaborativa.
- Digitalización y aplicación de los checklist adaptados  
La plataforma facilita el seguimiento y la

documentación de las inspecciones de calidad realizadas en el sitio de construcción.

- Planes de inspección, es un proceso en el cual se transcribe el plan de calidad a la plataforma para controlar el proceso. En este caso la empresa tiene dividido el plan de inspección por disciplinas (eléctrico, mecánico, HVAC, Mecánico y Estructural). Cada uno de esos planes tiene puntos específicos de control.

Manual de procesos para la verificación de la calidad de las construcciones		
Código: MP-001	Vigencia: Mayo 2024	
Versión: 1	Responsable:	

## Documentación

A continuación, se presenta el checklist de Control de Calidad, este checklist se ofrece en blanco, con la intención de que sea completado durante la tarea correspondiente del proceso, de acuerdo con los objetivos y requerimientos específicos del cliente.

Su formato detallado proporciona una guía clara para los equipos involucrados, asegurando que ningún aspecto crítico se pase por alto durante la inspección de la obra. Al completar este checklist de manera meticulosa y sistemática, se establece una línea clara de verificación que ayuda a garantizar la conformidad con los estándares de calidad establecidos.

Los checklist deben ser digitalizados en Dalux para garantizar su cumplimiento y el seguimiento en el manejo de la información, mediante el análisis de datos que tiene la plataforma para generar KPIs que muestren el panorama actual del proceso de control de calidad.

